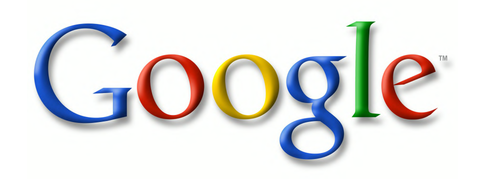





ENGIN.
LIBRARY


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA



L'ONDE ÉLECTRIQUE

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

FONDATEURS

H. Abraham,
Professeur à la Sorbonne.

J. Cornu,
Chef de bataillon du Génie en retraite, Administrateur-Directeur de la Sté d'Études et de Recherches industrielles.

Société des Ingénieurs Coloniaux

A. Blondel,
Membre de l'Institut.

Général Ferrié.
Membre de l'Institut

A. Pérot,
Professeur à l'École Polytechnique.

P. Brenot,
Directeur à la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil.

J. Paraf,
Directeur de la Société des Forces Motrices de la Vienne.

MEMBRES D'HONNEUR

A. Blondel, membre de l'Institut
Général Ferrié, membre de l'Institut.
Janet, membre de l'Institut.

PRESIDENT ET VICE-PRÉSIDENTS POUR 1923-1924

Président :

M. Bousquet, président du Conseil d'administration de la Cie Gle de T. S. F.

Vice-présidents :

MM. H. Abraham, professeur à la Sorbonne.
Broin, directeur de l'Exploitation télégraphique au ministère des P. T. T.
Gutton, professeur à la Faculté de Nancy.

EXTRAIT DES STATUTS

Article premier. — La Société des Amis de la T. S. F. a pour but :

1° De contribuer à l'avancement de la radiotélégraphie théorique et appliquée, ainsi qu'à celui des sciences et industries qui s'y rattachent :

2° D'établir et d'entretenir entre ses membres des relations suivies et des liens de solidarité.

Elle tient des réunions destinées à l'exposition et à la discussion des questions concernant la radiotélégraphie et tout ce qui s'y rattache.

Elle publie un bulletin qui est adressé gratuitement à tous ses membres.

Elle recourt à toutes les formes d'activité de nature à réaliser le but qu'elle poursuit.

Elle s'interdit toute ingérence dans les entreprises industrielles ou commerciales quelconques, autres que celles qui concernent son administration propre.

La durée de la Société est illimitée.

Elle a son siège à Paris.

Art. 2. — La Société se compose de membres titulaires — dont certains en qualité de membres bienfaiteurs ou de membres donateurs — de membres associés et de membres d'honneur.

Pour devenir membre titulaire de la Société, il faut :

1° Adresser au président une demande écrite appuyée par un membre de la Société :

2° Être agréé par le Bureau de la Société.

. . . .

Tout membre titulaire qui aura pris l'engagement de verser pendant cinq années consécutives une subvention annuelle d'au moins 1.000 francs pour favoriser les études et publications scientifiques ou techniques entreprises par la Société, recevra le titre de membre bienfaiteur.

Ceux qui, parmi les membres titulaires, auront fait don à la Société, en dehors de leur cotisation, d'une somme de 300 francs au moins, seront inscrits en qualité de donateurs.

Les personnes âgées de vingt et un ans au plus, en cours d'études ou de préparation professionnelle, peuvent être admises à faire partie de la Société en qualité de membres associés. Les membres associés, dont l'admission est subordonnée aux mêmes règles que celle des membres titulaires, ne sont toutefois élus que pour cinq années, après lesquelles ils deviennent d'office membres titulaires, à moins qu'ils ne déclarent se retirer de la Société.

. . . .

Tous les membres de la Société, sauf les membres d'honneur, paient une cotisation annuelle dont le minimum est fixé comme suit :

Membres titulaires.	Particuliers.	**25 francs**
	Sociétés ou collectivités	**100 —**
Membres associés		**15 —**

Les particuliers, membres titulaires, peuvent racheter leur cotisation annuelle moyennant le versement d'une somme égale à quinze fois leur cotisation annuelle.

Les membres de la Société résidant à l'étranger devront verser, en sus de leur cotisation annuelle, une somme de 5 francs par an pour couvrir le supplément des frais postaux entraîné par le service du bulletin.

L'ONDE ÉLECTRIQUE

REVUE MENSUELLE

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

1924

3e ANNÉE

ÉTIENNE CHIRON, ÉDITEUR
40, RUE DE SEINE
PARIS

3' année. [redacted] Prix : 3 francs [redacted] 1924

L'ONDE ÉLECTRIQUE

PUBLICATION
DE LA
SOCIÉTÉ DES AMIS
DE LA
T.S.F.



SOMMAIRE

L. PILLIER
Nouvel ampèremètre H. F. à thermo élément

R. BARTHÉLEMY
Le problème de l'alimentation des récepteurs en alternatif

R. MESNY
Les ondes très courtes

L. DELOY (8 A B)
Communications Transatlantiques sur ondes de 100 mètres

Diagrammes des forces électromotrices mesurées à Meudon pour les émissions de Bordeaux, Nantes et Coltano pendant le second semestre de 1923.

Chronique du mois

Analyses. — Montages et tours de main.

Informations et Correspondance.

Etienne CHIRON, Editeur

L'ONDE ÉLECTRIQUE

NOUVEL AMPÈREMÈTRE H. F. A THERMO ÉLÉMENT (¹)

Par M. PILLIER
Ingénieur de la maison Chauvin et Arnoux

La maison Chauvin et Arnoux a créé récemment un nouvel ampèremètre à couple thermo-électrique et nous venons vous présenter cet appareil sur l'invitation que M. Mesny a bien voulu nous faire au nom de la Société des Amis de la T. S. F.

Le principe de l'appareil n'est pas nouveau, car on a utilisé fréquemment pour la mesure des courants alternatifs, les propriétés des couples thermo-électriques en chauffant par le courant à mesurer le point de soudure par lequel sont réunis les deux métaux composant le couple thermo-électrique et en faisant agir le courant continu qui a pris naissance sur un galvanomètre.

C'est ainsi que l'on utilise couramment dans les laboratoires les galvanomètres genre Düddell, les galvanomètres sensibles actionnés par les couples thermo-électriques de petites dimensions dans le vide, et le galvanomètre calorique sensible à couple thermo-électrique de Chauvin et Arnoux.

Pour les mesures pratiques des intensités moyennes ou élevées, on a réalisé déjà des appareils comportant un galvanomètre à cadre mobile et à pivots actionné par un couple thermo-électrique formé de deux fils de métaux différents soudés l'un à l'autre à l'une de leurs extrémités, cette extrémité étant reliée par une soudure à une résistance chauffante parcourue par le courant à mesurer.

(¹) Conférence à la Société des Amis de la T. S. F., le 27 novembre 1923.

Le dispositif présente les inconvénients suivants :

La soudure forme une masse qui ne peut pas acquérir exactement et instantanément la température de la résistance chauffante par suite de *l'inertie calorifique, du rayonnement et des pertes par convection* et *conductibilité* que subissent l'extrémité de chaque fil et la petite masse de soudure ; de sorte que la partie réellement active du couple qui crée le courant thermo-électrique se trouve être à l'endroit le moins chaud de l'ensemble plaque soudure.

Ces appareils manquent donc de sensibilité et ne peuvent pas donner des mesures rapides.

On peut atténuer les inconvénients signalés en diminuant le plus possible la dimension des fils, mais comme les couples thermo-électriques comportent toujours au moins un élément de résistivité élevée, la résistance du couple s'élève et limite le courant que le couple est susceptible de fournir.

Notre dispositif a été combiné en vue de remédier à ces inconvénients :

1° La soudure chaude du couple est constituée par la résistance chauffante elle-même ;

2° La résistance du couple est extrêmement faible ;

3° La résistance est disposée de manière à se mettre aussi rapidement que possible en équilibre thermique.

Une expérience très simple montrera ce que nous entendons par ces mots : Constituer la soudure chaude par la résistance elle-même, et les avantages de cette disposition.

Portons à la température T une lame métallique et amenons au contact la soudure d'un couple thermo-électrique formé de deux fils fins, l'un A en cuivre, l'autre B en constantan, l'extrémité froide du couple à la température ambiante t étant reliée à un galvanomètre gradué en élévation de température et étalonné avec ce couple. Le galvanomètre prend *lentement* une position d'équilibre correspondant à la différence de température $\theta - t$ (fig. 1).

Si nous brisons la soudure et si nous amenons au contact les deux extrémités du couple maintenant séparées, le galvanomètre prend *instantanément* une position d'équilibre correspondant à la différence de température $T - t$, qui est précisément l'élévation de température de la plaque au-dessus de la température ambiante (fig. 2).

Dans l'expérience réalisée, la plaque étant échauffée de 150° au-dessus de la température ambiante, le galvanomètre atteint *lentement* son équilibre à la division 110 (fig. 1), tandis que l'aiguille s'équilibre *instantanément* à 150° avec le couple rompu dont l'extrémité chaude

est constituée par la lame métallique elle-même (fig. 2). On aurait pu aussi bien dans cette expérience utiliser une lame de constantan

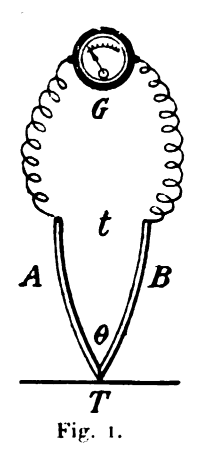


Fig. 1.

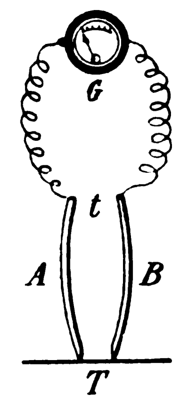


Fig. 2.

portée à la température T, appuyer la branche A en cuivre du couple au milieu de la plaque et la branche B au bord de la lame (fig. 3).

Notre appareil réalise précisément cette disposition.

Le courant à mesurer est amené à deux prises massives b et traverse une bande mince de constantan a, fixée sur ces prises, cette bande a comporte en son milieu une languette c suffisamment longue

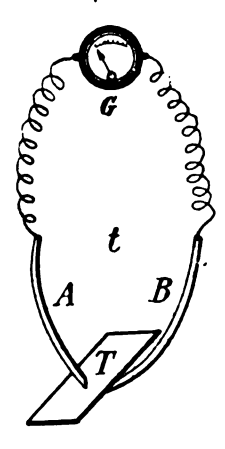


Fig. 3.

pour que son extrémité d reste à la température ambiante, sur cette extrémité est soudé en d un fil de cuivre e, et un autre fil cuivre f est soudé sur la bande a, dans la partie médiane de cette bande, en regard

de la languette *c* en un point *g* déterminé, de façon qu'aucune dérivation du courant à mesurer ne puisse influencer le circuit *g. f. e. d.* On arrive facilement à ce résultat en entaillant légèrement l'un ou l'autre des deux angles rentrants formés entre la bande et la languette. Les fils *e* et *f* sont reliés au moyen de deux cordons conducteurs au galvanomètre G.

La largeur de la bande *a* n'est pas uniforme, mais diminue des extrémités vers le milieu, de manière à concentrer vers le point *g* l'effet calorifique, ce qui diminue en même temps les effets d'induction dans le cas de la haute fréquence.

Pour que le contact entre la lame *a* et le fil *f* influe aussi peu que possible sur la température de la plaque elle-même, ce fil est fixé à

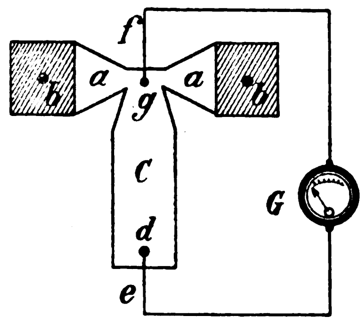


Fig. 4.

cette dernière de la manière suivante : Un trou de diamètre légèrement inférieur à celui du fil est percé à travers la plaque, puis après avoir été appointi à son extrémité, le fil est passé à force à travers ce trou et réuni intimement à la plaque par une brasure sans masse du côté opposé à celui par lequel le fil a été introduit; la soudure une fois faite est affleurée soigneusement et limitée à l'épaisseur de la lame.

Pour donner au point *d* l'ambiance exacte du poing *g* malgré l'échauffement sensible de l'enveloppe de l'appareil pour les courants de trop forte intensité, l'extrémité de la languette *c* est repliée sous la plaque *a*.

L'appareil ainsi construit présente les avantages prévus; les contacts étant bien définis, l'inertie thermique de la lame résistante étant faible et le galvanomètre suivant instantanément les variations de température de la lame, les indications du galvanomètre suivent aussi rapidement que possible les variations de l'intensité efficace du courant à mesurer.

La lame choisie étant en constantan et, par conséquent, de résistivité élevée, des effets calorifiques intenses peuvent être obtenus avec des courants relativement faibles. D'autre part, la résistance du couple composé d'une large languette de constantan et d'un fil fin de cuivre court est aussi réduite que possible et sa résistance est de l'ordre de 0,06 ohms.

Le galvanomètre utilisé est de notre type bien connu à cadre mo-

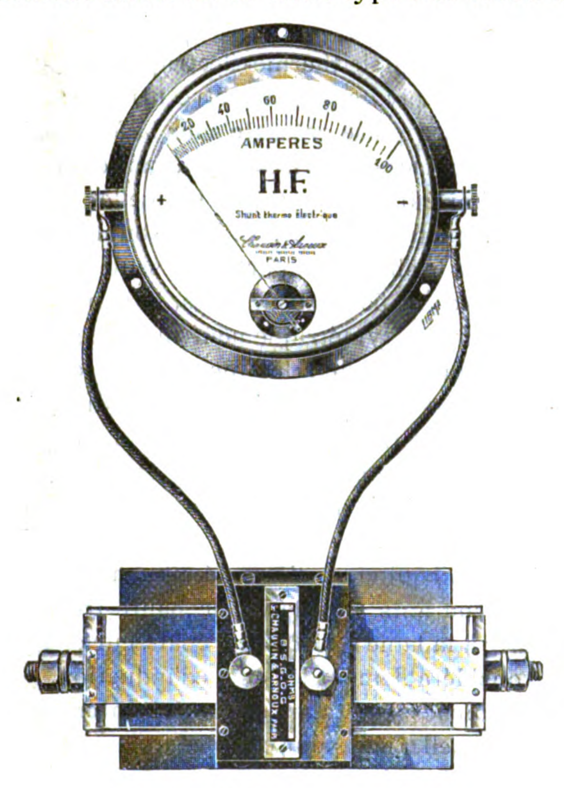


Fig. 5. — Nouvel ampèremètre.

bile et à pivots et sa construction est identique à celle des ampèremètres de contrôle à shunts interchangeables que l'on emploie couramment pour la mesure des courants continus.

La résistance du cadre mobile est de l'ordre de 0,4 ohms, de telle sorte que la résistance totale du circuit comprenant : cadre, spiraux, cordons, couple et résistance de tarage pour réduire le coefficient de température de l'ensemble, est de l'ordre de 1 ohm et l'intensité nécessaire pour la déviation totale est de l'ordre de 9 milliampères.

Il suffit donc d'une force électromotrice de 9 millivolts pour obtenir la déviation totale du galvanomètre, ce qui correspond à une élévation de température de 200° au maximum de la lame chauffante.

On remarquera d'après les chiffres ci-dessus qu'étant donné la F. E. M. faible E du couple, nous avons réduit au minimum pratiquement réalisable la résistance totale R afin de disposer du maximum de puissance $\frac{E^2}{R}$ dans le circuit de mesure.

L'ampèremètre à couple thermo-électrique comprend donc le galvanomètre du type à pivots pouvant être utilisé en toutes positions et une lame résistante qui se présente sous la forme d'un shunt d'ampèremètre avec deux blocs de prises de courant et deux bornes correspondant à l'extrémité froide du couple lesquelles se relient aux deux bornes du galvanomètre par deux cordons souples. Pour les mesures jusqu'à 50 ampères, le shunt comporte une seule lame résistante.

Pour les mesures de 50 à 100 ampères, le shunt est constitué par deux lames identiques symétriquement disposées par rapport aux blocs amenant le courant; pour les mesures de 100 à 200 ampères, le shunt comporte quatre lames symétriquement disposées, etc...

Tous ces shunts sont susceptibles d'être réglés pour donner la déviation totale d'un même galvanomètre et constituer un ensemble analogue aux ampèremètres à shunts interchangeables pour la mesure d'intensités très diverses.

Le type d'appareil qui vient d'être décrit convient particulièrement aux mesures de courants alternatifs de haute fréquence, car on est maître de donner à la lame résistante l'épaisseur et la forme voulues pour réduire considérablement les effets d'induction.

Nous allons voir les avantages qu'ils présentent sur les appareils que l'on utilise actuellement pour ces mesures.

D'une manière générale, on a recours aux appareils thermiques qui donnent par définition, sous certaines conditions, la valeur efficace du courant à mesurer après étalonnage fait en courant continu :

1° Pour la mesure des faibles intensités, jusqu'à 5 ampères environ, on utilise le galvanomètre à fil dilatable unique soit rond et de faible diamètre, soit laminé.

Les petits appareils de prix peu élevé ne comportent pas de compensation ou bien sont compensés approximativement par le fond supportant le fil dilatable.

Les appareils de précision comportent un dispositif de compensation soit par le support, soit encore par un ensemble de fils ou lames identiques au fil dilatable;

2° Lorsque la mesure dépasse l'ordre de 5 ampères, on peut shunter l'appareil, mais on est conduit à étalonner l'ensemble, appareil et shunt, pour une fréquence déterminée.

Cette solution ne convient pas dans la majorité des cas, aussi a-t-on recours au galvanomètre calorique à bandes dilatables multiples.

On dispose symétriquement un certain nombre de lames de manière que le courant se partage exactement entre elles et on mesure la dilatation de l'une d'elles, cette disposition ne comportant pas généralement de compensation.

Dans l'ampèremètre à compensation et à fils multiples de Chauvin et Arnoux, les fils compensateurs deviennent les fils dilatables et le fil unique le fil de compensation. Cette disposition qui maintient l'avantage de la compensation est avantageuse, car la quantité de chaleur emmagasinée dans l'appareil croît avec l'intensité et la compensation devient une nécessité.

On ne peut pas envisager de mesures pratiques au-dessus de 30 à 50 ampères, si l'on veut conserver à l'instrument des dimensions peu encombrantes et si l'on veut que les déviations ne soient pas excessivement lentes ;

3° Pour les mesures d'intensité d'ordre élevé, la méthode préconisée par la Société française radioélectrique donne satisfation : elle consiste à mesurer au moyen d'un galvanomètre calorique à fil dilatable fin le courant secondaire d'un transformateur sans fer en tore fermé, le primaire étant réduit à un conducteur tubulaire parcouru par le courant à mesurer.

Cette disposition convient particulièrement bien pour la mesure des courants intenses ou de fréquence élevée.

Toutefois, on ne construit pas d'ampèremètre à tore au-dessous de 30 ampères, ni pour les basses fréquences, afin de ne pas être conduit à de trop grandes dimensions.

On peut aussi bien établir un ampèremètre avec des tores interchangeables si la question encombrement n'est pas en jeu.

Sur tous ces appareils que nous venons d'énumérer, le nouvel ampèremètre à couple présenté a l'avantage de permettre toutes les mesures dans de larges limites de sensibilités avec un seul galvanomètre d'aussi petites dimensions qu'on puisse désirer, grâce aux shunts interchangeables qui permettent de mesurer avec le même appareil depuis 0,5 ampère jusqu'à 500 ampères au besoin.

L. Pillier.



LE PROBLÈME DE L'ALIMENTATION DES RÉCEPTEURS EN ALTERNATIF[1]

Par M. BARTHÉLEMY, ingénieur E. S. E.

La solution du problème de l'alimentation des récepteurs en alternatif offre, au point de la vulgarisation de la télégraphie sans fil, une certaine importance : sa portée scientifique est plus modeste et je m'excuse de présenter à une assemblée de techniciens et d'amateurs une série de dispositifs destinés principalement aux usagers.

Ainsi que l'a exposé M. Clavier à la réunion d'octobre, la question n'est pas nouvelle et les différentes difficultés à résoudre ont déjà reçu plusieurs solutions.

Nous devons rappeler que, pendant la guerre, on s'était occupé à la Radiotélégraphie militaire de l'alimentation plaque des postes d'émission et de réception à lampes. En 1917, M. Pelletier, dans le laboratoire de M. Gutton, réalisait l'alimentation des circuits plaque émission et réception, avec du courant alternatif donné par un vibreur et redressé par une lampe à trois électrodes. Mais à ce moment, il fallait économiser les lampes et on employa, par la suite, une soupape à électrodes dissymétriques dans un gaz raréfié.

J'ai eu l'occasion de présenter vers la même époque au Laboratoire des P. T. T. un amplificateur à deux lampes basse fréquence, alimenté par le secteur 42 périodes, et où la tension continue était fournie par un redresseur synchrone combiné avec un circuit bouchon approprié.

Bien que le problème de la réception pratique ne se posait pas avec autant d'acuité vers 1919 que depuis un an, je continuai à l'étudier et proposai, à ce moment, pour permettre le chauffage en alternatif, le dispositif dit « du point commun équipotentiel », dont M. Clavier a exposé les avantages.

Dans l'année qui suivit, un redresseur à lampe, de principe analogue à ce qui avait été essayé à la Télégraphie militaire, fut construit par M. Valette pour la production de la tension plaque.

Il faut arriver à l'époque des émissions quotidiennes pour voir apparaître le circuit filtre avec détecteur à galène de M. Moye et d'intéressants essais de M. Corret.

Dès lors, nous avons hâté nos études et avons porté nos efforts

[1] Conférence faite à la Société des Amis de la T. S. F., le 27 novembre 1923.

principalement sur la question du chauffage. C'est là, en effet, à notre avis la plus grande difficulté, la production d'une tension plaque parfaitement pure se ramenant à un problème courant d'électrotechnique, sans embûches.

C'est dans les laboratoires de la Compagnie des Compteurs que nous avons effectué les travaux et la mise au point des appareils.

Nous avons toujours pensé, et ceci depuis le début, que la solution la plus simple, c'est-à-dire le chauffage direct par le courant alternatif, était possible, et avons porté nos efforts sur cette question. Les résùltats obtenus semblent confirmer notre opinion.

Les causes des perturbations apportées dans le courant plaque « i » d'une lampe par l'alimentation du filament en courant alternatif, peuvent se diviser en deux parties :

1° Les tensions alternatives introduites dans les circuits filament-plaque et filament-grille;

2° L insuffisance d'inertie calorifique du filament.

1° Il suffit, en effet, d'examiner le schéma (fig. 1) pour s'aper-

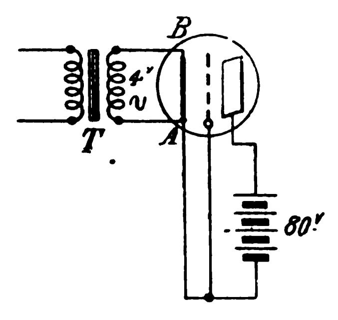


Fig. 1.

cevoir que, si le point commun plaque-grille est relié à une extrémité A du filament, la tension alternative efficace de chauffage étant de 4 volts, la différence de potentiel entre l'extrémité B du filament et la plaque pourra varier de $80\,V - 4\,V\sqrt{2}$. à $80\,V + 4\,V\sqrt{2}$. C'est-à-dire de 74 à 86 volts au cours d'une période du réseau.

C'est déjà une cause de variation du courant plaque « i ». Il y en a une autre : selon l'alternance, la grille est reliée au pôle positif ou au pôle négatif du filament.

Nous avons, dès 1919, proposé la solution suivante :

Pour rendre constante, dans le temps, la tension moyenne filament-plaque et filament-grille, il suffit de relier le point commun grille-plaque C à un point équipotentiel des extrémités du filament. Supposons, en effet, qu'on puisse relier le point C au milieu du fila-

ment, la moitié du filament sera positive par rapport au point commun et l'autre moitié sera négative. Si l'on admet que la caractéristique de la lampe est une droite et que les éléments, grille et plaque, sont bien symétriques par rapport à un plan perpendiculaire au milieu du filament, il s'ensuivra que l'émission électronique (donc le courant plaque « i ») ne sera pas troublée par la tension alternative appliquée sur le filament.

Pratiquement, on obtient ce résultat en connectant le point commun C au milieu d'une résistance R de plusieurs dizaines

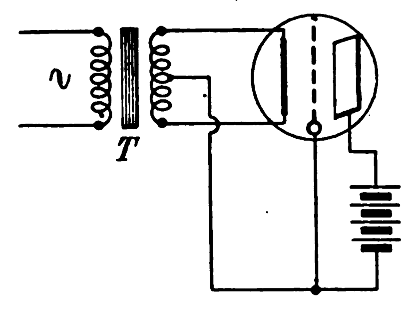


Fig. 2.

d'ohms, ou encore, au milieu de l'enroulement secondaire du transformateur de chauffage (fig. 2).

La publication de ce dispositif n'a pas eu, à notre avis, un résultat heureux sur la vulgarisation de l'emploi du courant alternatif dans la réception; en effet, des constructeurs ont vendu nombre de transformateurs à prise équipotentielle pour le « remplacement des accumulateurs », or, l'emploi de ce seul montage donne un bien piteux résultat dans des postes haute et basse fréquence avec réaction, ainsi qu'on le verra par la suite. Il s'est formé alors l'opinion générale que « cela ne pouvait marcher »; il est regrettable que pour l'obtention d'un résultat commercial immédiat, on ait créé cet état d'esprit.

Un deuxième procédé, que nous avons employé vers le milieu de l'an dernier, donne un résultat équivalent au montage équipotentiel. Il consiste à introduire une force électromotrice convenable entre le point commun et une extrémité du filament.

2° Nous avons vu que l'émission électronique n'était plus troublée par les tensions alternatives introduites dans les circuits filament-plaque et filament-grille. Il subsiste encore cependant dans l'écouteur E, un faible bruit de secteur, malgré la liaison du point commun au milieu du transformateur T (fig. 3). D'autre part, si l'on constitue un circuit oscillant sur la grille et que l'on monte sur le circuit plaque

une bobine de réaction R mobile, agissant sur le circuit oscillant, on remarque qu'on peut obtenir l'amorçage habituel des oscillations, mais un peu avant l'accrochage, précisément dans la plage de renforcement que l'on recherche pour l'écoute, des roulements violents, de cadences paraissant quelconques à priori, prennent naissance et rendent impossible toute réception. Si l'on diminue ces roulements

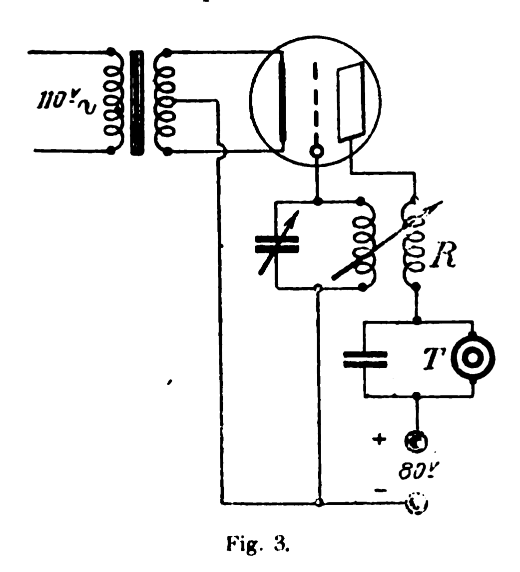


Fig. 3.

en s'éloignant de l'accrochage, on constate quand même une déformation de la parole ou de la musique qui paraît *modulée* à la fréquence du secteur.

Tous les filtres essayés pour éliminer ces bruits, y compris un deuxième circuit oscillant avec un détecteur, ne peuvent donner de bons résultats, car il s'agit d'une déformation de la haute-fréquence reçue.

Ce phénomène nous paraît uniquement dû à la variation de *température* du filament pendant une alternance. Cette variation est certes faible, mais il suffit d'oscillations minimes pour produire les effets décrits plus haut.

On sait que dans un poste ordinaire, lorsqu'on manœuvre la bobine de réaction, ou le compensateur, et que l'on s'approche de l'amorçage des oscillations entretenues dans le circuit oscillant de réception, il suffit d'augmenter légèrement le chauffage pour provoquer ces oscillations haute-fréquence. Supposons-nous placés dans ces conditions, mais avec le chauffage du filament en alternatif. La température du filament suit, en fonction du temps, une ligne T (fig. 4) légèrement ondulée, et passe par un maximum à chaque demi-

période du secteur. Si nous avons placé la réaction R de telle sorte que les oscillations soient très près de s'amorcer dans le circuit oscillant de grille, il sera possible que ces oscillations s'amorcent au moment des maxima de température et s'arrêtent aux minima. On aura donc, dans ce circuit, des trains d'ondes entretenues coupés. Le

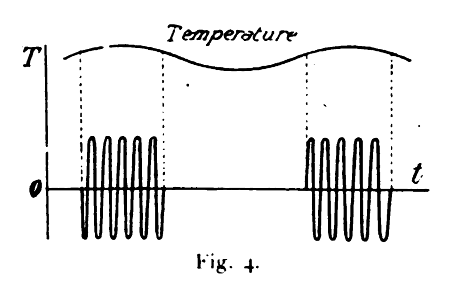


Fig. 4.

téléphone rendra alors un son qui aura pour fréquence celle des coupures, c'est-à-dire, *au maximum*, le double de la fréquence du secteur.

Nous avons dit « au maximum ». Il n'est pas certain, en effet, que le poste accroche et décroche, à chaque demi-période, il faudrait pour

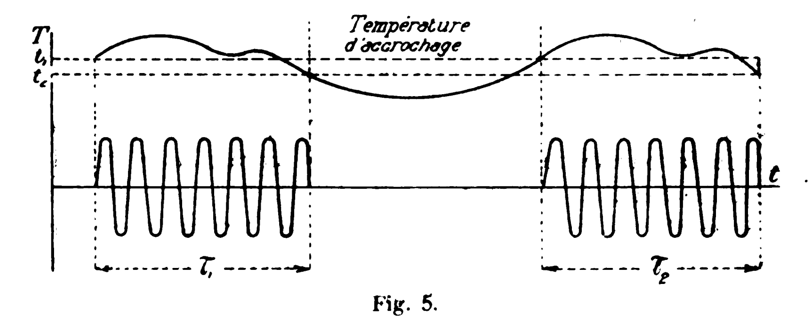


Fig. 5.

cela que la tension efficace du secteur fût rigoureusement constante. En réalité, cette tension varie toujours un peu et la température T suit une courbe analogue à celle de la figure 5.

Les oscillations s'amorcent dès que l'on dépasse une certaine température « t_1 » et ne cessent que si l'on descend au-dessous d'une température « t_2 » d'ailleurs inférieure à « t_1 ». Il s'ensuit que les intervalles τ_1, τ_2, τ_3 de durée des oscillations haute-fréquence deviennent fonction, non seulement de la fréquence du secteur, mais aussi, de ses oscillations à longue période, et le roulement, dans le téléphone T, peut paraître très irrégulier.

Découplons un peu le variomètre de réaction R pour nous éloigner

de l'accrochage et éviter ces roulements. Nous profitons encore de l'amplification par réaction, mais les émissions reçues ont une déformation périodique à la fréquence du secteur, on dit qu'elles ont un « fond vibré ». Cette déformation provient également de la variation de température. En effet, tout comme l'amorçage des oscillations, *l'amplification* par réaction, au voisinage de l'accrochage, est très sensible à la température du filament. *La haute-fréquence* reçue sera plus amplifiée au moment d'un maximum de tension du réseau qu'au moment d'un minimum. Elle sera « modulée » à la fréquence du secteur comme l'indique la figure 6, on aura des sons musicaux « roulés » et cette déformation sera indélébile, quels que soient les filtres employés pour la supprimer.

Une solution consiste à ne pas utiliser d'amplification par réac-

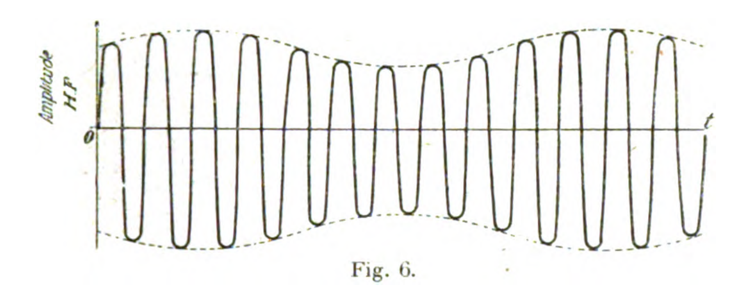


Fig. 6.

tion. Il faut alors, pour le même résultat, mettre plus de lampes et l'on a d'autres inconvénients et d'autres bruits.

Il nous a paru plus simple d'agir sur la lampe elle-même. Il est évident qu'il faut modifier le filament ou la fréquence du courant de chauffage. Après avoir essayé des lampes à filaments multiples, alimentés par des courants de phases différentes (en particulier deux filaments avec du diphasé), essayé le chauffage en haute fréquence, nous nous sommes arrêtés à une solution, peut-être moins parfaite, mais plus pratique; elle consiste à donner au filament une inertie calorifique suffisante. Nous avons fait construire des lampes dont le filament, de même longueur que celui d'une lampe normale, a un volume environ *dix fois supérieur*. Il absorbe donc peu de volts et beaucoup d'ampères. Ces lampes prennent 2,3 A sous 2,3 V, mais il n'y a qu'environ 1,6 V entre les extrémités du filament, on perd 0,7 V dans les connexions internes. La faible chute de tension, le long du filament, augmente par ailleurs le coefficient d'amplification, qui atteint 16 au lieu de 8 normalement.

On ne constate *plus* avec une telle lampe, le ronflement caracté-

ristique à l'accrochage; il subsiste cependant, mais très atténué, un bruit basse fréquence constant, indiquant ce qu'on pouvait prévoir que la température n'est pas rigoureusement uniforme. En pratique, le bruit est négligeable, même au casque, et nous avons entendu des radio-concerts remarquablement purs avec cette lampe et un montage à réaction poussé au maximum d'amplification.

On remarquera la robustesse du gros filament, qui peut donner à la lampe une durée de *plusieurs milliers d'heures.*

Le faible voltage et le fort courant exigés ne sont pas un inconvénient, puisque l'énergie est fournie par un transformateur qu'il est tout aussi facile de prévoir pour 2 volts que pour 4 volts.

En dehors de son coefficient d'amplification élevé, la lampe présente la particularité d'une grande résistance intérieure. Ceci est très intéressant pour l'emploi des redresseurs à forte chute de tension, qui ne débitent qu'un courant limité, comme les valves et les soupapes.

Il faudra tenir compte de cette propriété pour l'établissement des organes de liaison (résistances, transformateurs) d'un amplificateur monté avec ces lampes, sinon on s'exposerait à un résultat médiocre.

Nous devons remercier la Compagnie des Lampes de l'aide qu'elle nous a apportée dans l'établissement de ces tubes.

L'utilisation des lampes à filaments thoriés, construites d'après les études de M. Langmuir, présenteraient un certain intérêt dans le cas du courant alternatif, la variation de température étant relativement très faible dans ces filaments peu chauffés.

La lampe étant ainsi mise au point, nous avons réalisé différents montages destinés à parfaire l'élimination des bruits parasites dans les amplificateurs.

Nous avons, en général, trouvé une solution parfaite dans les schémas comportant des enroulements différentiels qu'on retrouve dans des dispositifs américains déjà anciens, et dont M. Latour semble avoir fait, en France, la première application.

Nous rappelons rapidement le schéma (fig. 7) d'un amplificateur basse fréquence, dit à « lampes compensées », que nous avons construit en août 1922 et dont nous retrouvons le principe dans les postes actuels.

Connectons dans le circuit de la galène détectrice « G » le primaire P d'un transformateur qui possède deux secondaires identiques S et S' enroulés de même sens, mais dont la sortie de l'un est réunie à l'entrée de l'autre en M. Ces deux secondaires sont connectés aux grilles « g » et « g' » de telle sorte qu'une oscillation qui traverse le primaire P rende la grille « g » positive et la grille « g' » négative.

Les courants de plaque I et I' seront donc perturbés en sens inverse. Ces courants traversent les primaires P_1 et P_2 du transformateur T_1. Si l'on connecte ces primaires, de telle façon que les flux continus s'opposent, il en résultera qu'on recueillera dans le secondaire S_1 la *somme* des perturbations des *courants I_1 et I_2 quand ces perturbations sont en sens inverse* comme celles produites par les grilles. Par contre, si ces perturbations sont de même sens, on recueillera leur *différence*. Or, les variations des courants de plaque, dues à l'alimentation par le secteur, sont de même signe dans les deux lampes. Si ces deux lampes sont identiques et placées dans les mêmes conditions de chauffage et de tension-plaque, ce qui est le cas, il y aura *annulation*

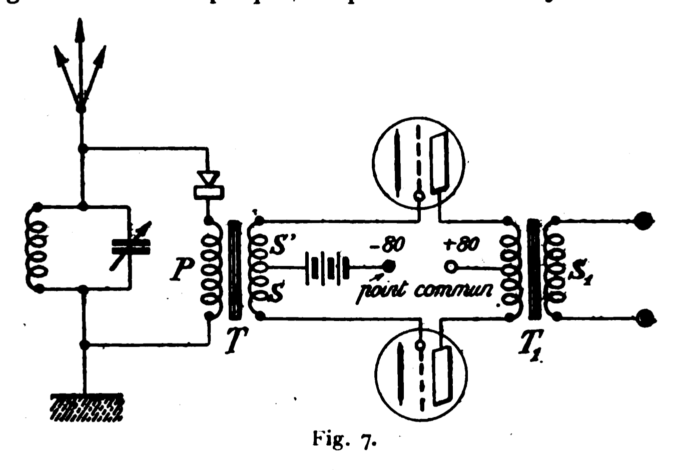


Fig. 7.

à travers le transformateur T des bruits parasites dus au secteur, tandis qu'au contraire, les oscillations utiles, dues aux grilles, vont s'ajouter.

En général. en prenant deux lampes de même marque, on obtient un résultat parfait. Un écouteur branché aux bornes de S_1 ne révèle aucun ronronnement de secteur.

On peut prévoir un deuxième système à deux lampes qui suivra ce premier; il suffira de diviser en deux parties égale le secondaire S_1, chaque partie attaquant les grilles des lampes suivantes. L'amplification obtenue est considérable et l'on peut se permettre, cependant, sans gêne, l'écoute au casque.

Il faut remarquer qu'on emploie alors quatre lampes, et qu'un tel amplificateur n'a pas le rendement qu'on pourrait demander à quatre étages en cascades. Pratiquement, deux étages à deux lampes, constitués comme nous l'avons indiqué, correspondent à trois lampes en cascade, ce qui, pour l'amplification basse fréquence, est une limite qu'il est prudent de ne pas dépasser.

On peut remarquer qu'un tel dispositif est excellent pour l'élimination de la distorsion due à la courbure des caractéristiques pour les fortes oscillations. On le retrouve, d'ailleurs, dans des montages de modulation d'émission (push-pull).

Ceci est une solution pour l'amplification basse fréquence. L'emploi de l'alimentation alternative pour l'amplification haute fréquence est plus simple encore. Le fonctionnement est parfait avec des étages à résonance ou à self, et un peu moins bon avec des étages à résistance.

Nous devons signaler un récent montage de M. Masnou, ingénieur de la Compagnie Thomson-Houston, qui réalise des systèmes haute et basse fréquence, où il conserve la disposition ordinaire des lampes en cascade; il supprime les bruits de secteur dans une lampe haute fréquence en introduisant une tension de correction dans le circuit-grille, tension provenant du courant-plaque de la lampe précédente.

Il arrive également, pour la basse fréquence, à utiliser une méthode d'opposition pour l'annulation des bruits de secteur, tout en conservant la liaison en cascade ordinaire.

Ceci nécessite des sources séparées pour chaque lampe, mais ce n'est pas une difficulté en alternatif.

M. Masnou pourra, j'espère, nous exposer prochainement lui-même les détails de son intéressant dispositif.

Une difficulté réside dans le passage de la dernière lampe haute fréquence qui est, en général, détectrice, et la première lampe basse fréquence. Il subsiste, en effet, dans le circuit-plaque de la dernière haute fréquence une petite oscillation due au secteur, cette oscillation sera amplifiée par les lampes suivantes, et si cette amplification est de 500 à 600, on conçoit que le bruit basse fréquence devienne insupportable, même au haut parleur. Il est nécessaire, pour amplifier en basse fréquence, que le son, à l'origine, soit parfaitement débarrassé des bruits du secteur.

C'est pourquoi la solution généralement adoptée, pour ce passage dangereux, réside dans l'emploi d'un détecteur galène avec un circuit accordé haute fréquence. C'est le dispositif de M. Moye qu'a décrit M. Clavier.

Nous avons pu, uniquement avec des lampes, réaliser un montage équivalent.

Nous avons employé, pour atteindre ce but, un procédé analogue à celui utilisé dans l'amplificateur basse fréquence, on annule les oscillations parasites de la deuxième lampe, en lui opposant celle d'une *autre* lampe placée dans les mêmes conditions électriques (capacité shuntée sur la grille).

Cette lampe peut être indépendante de l'amplificateur, mais on peut aussi utiliser une des lampes même du récepteur, à condition de prendre certaines précautions pour éviter l'accrochage d'oscillations.

Le schéma (fig. 8) nous montre le principe du dispositif.

La première lampe et la deuxième possèdent chacune, sur la grille une capacité shuntée D et D_1 et un circuit oscillant (L C et L_1 C_1),

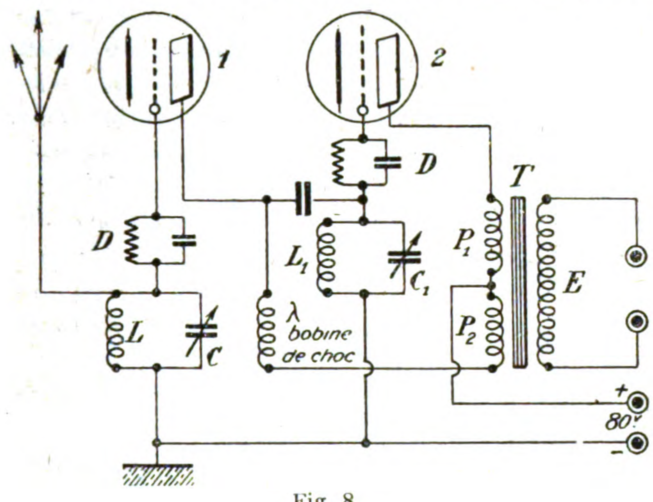


Fig. 8.

qu'on accorde sur les réceptions. Les courants-plaque des lampes 1 et 2 passent dans les deux primaires égaux P_1 et P_2 d'un transformateur T et donnent des flux opposés qui s'annulent pour des lampes identiques. Les oscillations, dues à l'alimentation alternative, sont les mêmes pour les lampes 1 et 2. Elles s'annuleront à travers le transformateur T et ne seront pas transmises au secondaire E. On ne constate aucun bruit au casque branché aux bornes de ce secondaire,

Le circuit oscillant L_1 C_1 assure une excellente sélection supplémentaire en haute fréquence. C'est aussi un éliminateur parfait des bruits basse fréquence provenant des lampes précédentes; son emploi est indispensable dans notre montage. En effet, la présence sur le transformateur T de deux bobines appartenant à deux lampes d'étages différents, constitue un couplage considérable entre la première et la deuxième lampes, et tend à provoquer des sifflements.

Mais les forces électro-motrices d'entretien basse fréquence, qui se produisent à travers l'amplificateur par suite de cette induction mutuelle sont court-circuitées par la self L_1 du deuxième circuit oscillant et ne peuvent agir sur la grille de la lampe 2. L'amorçage des oscillations parasites devient impossible.

Cette méthode d'opposition diminue un peu la sensibilité de l'amplificateur. Cette diminution est insignifiante. Prenons, par exemple, le cas de l'amplificateur précédent. Admettons que l'amplification haute fréquence ne soit que de 9 à 10 par lampe, il en résulte que l'oscillation, provenant de la haute fréquence détectée qui existe dans le courant-plaque de la lampe 1 est dix fois plus petite environ que la même oscillation amplifiée et détectée, après le passage dans les lampes 2, et qui circule dans le primaire P_1 du transformateur. L'oscillation de la lampe 1 se retranchant (en supposant qu'il n'y ait pas de déphasage) de celle de la lampe 2, on perdra donc, au plus, 1/10ᵉ en sensibilité. Nous pensons que ce petit sacrifice est admissible si le résultat visé, c'est-à-dire la suppression des bruits, est atteint.

Le montage précédent à deux lampes haute fréquence, alimenté en

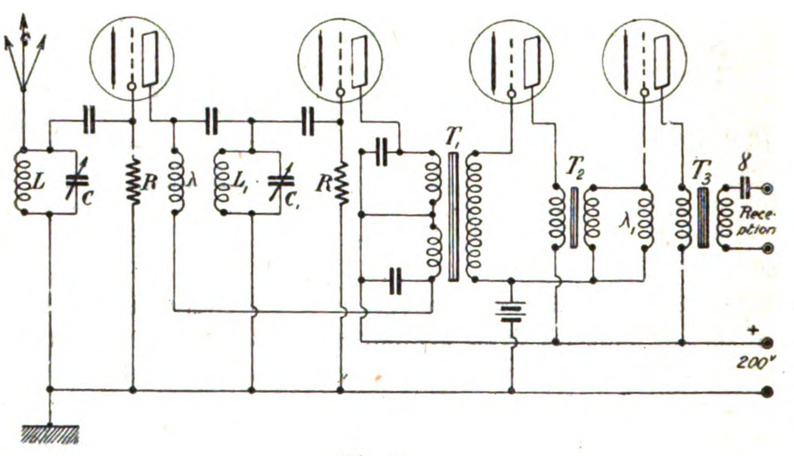


Fig. 9.

alternatif, permet l'écoute des radio-concerts avec une grande pureté au casque, sur la majeure partie du territoire français.

Il est aisé d'ajouter des étages basse fréquence pour obtenir des auditions en haut parleur. La solution la plus complète consisterait à adjoindre les deux étages à deux lampes compensées que nous avons décrits plus haut. Il est vrai qu'on aurait ainsi un ensemble de sept lampes qui nécessiterait, pour l'alimentation, des transformateurs et des redresseurs relativement importants.

En général, même pour obtenir en haut parleur des auditions radio-téléphoniques à plusieurs centaines de kilomètres, nous nous sommes arrêtés à un montage à quatre lampes composé de deux étages haute fréquence à double résonance et deux étages basse fréquence à

transformateurs. *C'est la présentation* industrielle de ce montage qui a pris le nom de « Radio-Secteur ».

Les deux circuits oscillants L C et L_1 C_1 sont composés de selfs réglables par plots et de deux capacités variables C, C_1 d'un demi-millième de microfarad. Ils permettent l'accord depuis 250 mètres jusqu'à 4 000 m de longueur d'onde.

Il y a intérêt à éloigner l'un de l'autre ces deux circuits afin d'éviter des accrochages intempestifs.

Un tel appareil, alimenté par une boite transformation à deux valves, permet à Paris et dans les environs, sur le secteur, même souterrain, servant d'antenne, une audition en haut parleur puissant, de la Tour Eiffel, de l'École Supérieure des P. T. T. et de Radiola. A 500 km, sur une antenne de 50 m à 10 m de hauteur, nous avons recueilli également en haut parleur les mêmes émissions.

La pile de poche qui rend négative les grilles des lampes basse fréquence, ne débitant pas de courant, n'a pas d'autre usure que sa désagrégation en fonction du temps. Il est bon toutefois de la vérifier et de la remplacer. si elle donne une tension inférieure à 3 volts. Nous avons parfois remplacé la pile de poche par une capacité shuntée, de valeur appropriée, placée sur chaque grille des lampes basse fréquence. L'abaissement du potentiel-grille est à peu près équivalent. Mais ceci nous a paru peu intéressant, la fixité de la pile valant celle des résistances, et son remplacement étant infiniment plus aisé.

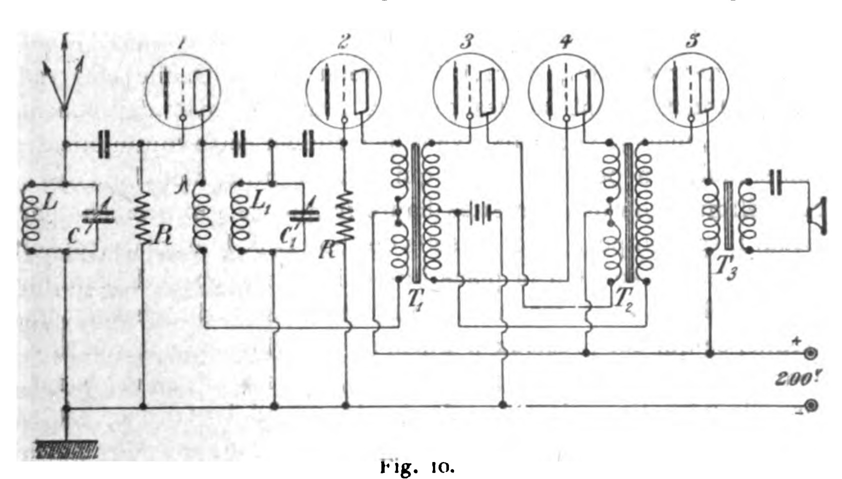


Fig. 10.

La tension-plaque du radiosecteur est donnée par un montage en pont de Wheastone classique, comprenant deux valves électroniques,

filaments très épais, donc extrêmement robustes, et deux capacités. Un bouchon self-capacité forme un volant puissant qui purifie la tension redressée.

Une variante du radiosecteur a été réalisée dans le poste à cinq lampes qui sert à notre démonstration et dont le schéma est le suivant (fig. 10).

On remarque qu'avec cet amplificateur, l'élimination des ronronnements du secteur est totale jusqu'à la quatrième lampe incluse, même au casque le bruit est insignifiant.

Dans ces appareils, il est essentiel d'avoir des lampes aussi semblables que possible. On parfait l'identité en ajoutant sur deux des lampes un petit rhéostat individuel. En général, on peut s'en passer.

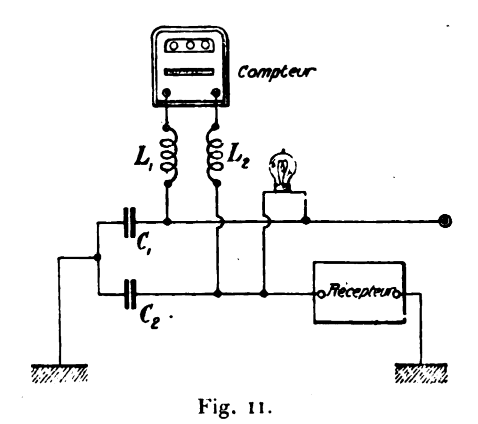


Fig. 11.

Nous avons établi, et ceci était relativement facile, des radiosecteurs fonctionnant sur les réseaux continus, avec des bouchons appropriés, mais je voudrais, avant de terminer cette communication, vous signaler un petit dispositif qui m'a été utile, dans bien des cas, pour l'élimination des parasites haute fréquence qui arrivent par le réseau. Il est composé de deux selfs de choc L_1 et L_2 et deux capacités C_1 C_2 reliées au sol. On le place immédiatement après le compteur.

Son efficacité est certaine quand on se sert du réseau comme antenne, ce qui est précieux à Paris (la distribution intérieure d'un appartement sert plutôt alors de cadre, d'une seule spire, que d'antenne; la réception n'est pas diminuée quand le secteur est souterrain). Ce dispositif antiparasites est tout indiqué pour parfaire l'emploi des appareils que nous venons de décrire.

R. BARTHÉLEMY.

LES ONDES TRÈS COURTES

par M. MESNY

Professeur d'Hydrographie de la Marine.

L'encombrement toujours croissant des communications radiotélégraphiques a obligé depuis quelques années à utiliser des ondes de plus en plus courtes. Les ondes de 100 à 300 mètres ont donné, entre les mains des amateurs, des résultats merveilleux : tout le monde connaît maintenant les « Essais Transatlantiques » des trois dernières années et les communications bilatérales réalisées tout récemment entre la France et l'Amérique par M. Deloy à Nice et M. Schnell à Hartford (Connecticut) (1). Nous donnons plus loin le détail des expériences réalisées par le commandant Chaulard et les capitaines Taulier et Staut sur les ondes de 45 mètres, les buts qu'ils ont poursuivis et les résultats pleins de promesses qu'ils ont obtenus.

Tous ces faits paraissent indiquer que les petites ondes sont parfaitement utilisables pour les communications lointaines et, si ces prévisions se confirment avec régularité, elles apporteront sous peu une véritable révolution dans tous les domaines de la radiotélégraphie.

En présence des premiers résultats obtenus, il n'y avait aucune raison pour s'arrêter en chemin et, de divers côtés, on expérimente actuellement sur des ondes de plus en plus courtes.

Déjà en 1917, M. Gutton avait réussi à produire, à l'aide de triodes, des ondes de l'ordre du mètre. On songea alors à utiliser des faisceaux dirigés d'ondes hertziennes pour remplacer les projecteurs optiques. Le but poursuivi était à cette époque exclusivement militaire : fréquemment les nuages de poussière, la fumée des éclatements masquaient complètement les postes optiques établis près des premières lignes. Les ondes hertziennes eussent échappé aux inconvénients des radiations lumineuses, elles eussent aussi donné plus de latitude dans le choix de l'emplacement des postes. Mais la technique de la réception sur ondes courtes n'était pas assez avancée. Comme il arrive souvent, les premiers essais furent paralysés par des idées courantes erronées, par des affirmations hâtives déduites d'expériences antérieures insuffisamment contrôlées, et il fallut abandonner les recherches pour d'autres plus urgentes.

On connaît, d'autre part, les beaux essais de Franklin en Angleterre (2) et ceux de Dunmore aux États-Unis (3). Nous nous propo-

sons d'exposer ici ceux qui ont été effectués au Laboratoire de la Radiotélégraphie militaire sous la direction du général Ferrié qui remit la question à l'étude dès que les progrès de la technique en donnèrent la possibilité.

***

Montage employé pour les ondes courtes. — Chacun sait qu'à mesure que la fréquence augmente, les émetteurs à triodes deviennent de plus en plus capricieux et qu'il est nécessaire d'avoir recours à des dispositifs spéciaux pour obtenir des oscillations stables et puissantes. Le premier problème à résoudre pour faire des ondes courtes est donc d'établir un émetteur convenable. Nous nous sommes arrêté au montage symétrique indiqué par la figure 1, dont

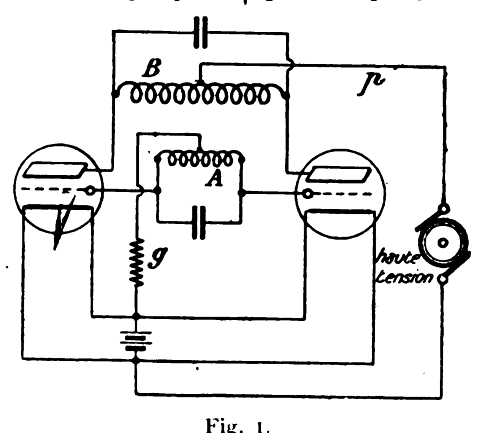


Fig. 1.

nous avions utilisé une variante quelques années auparavant pour la réception sur cadre. C'est un cas particulier d'un montage plus général permettant d'engendrer des oscillations polyphasées en haute fréquence (4), que nous avons breveté en octobre 1921, en insistant sur le cas particulier du montage à deux triodes et sur ses avantages pour les ondes courtes. Nous avons reconnu depuis que ce dernier montage à deux triodes avait déjà été indiqué par Eccles, en 1919 (5).

Deux inductances A et B, enroulées en sens inverses, réunissent d'une part, les grilles, d'autre part, les plaques des deux triodes. Un condensateur est monté en parallèle avec chacune des deux inductances ; on le supprime pour obtenir les ondes les plus courtes.

Les milieux des enroulements sont connectés à l'un des pôles du

filament au moyen des fils *g* et *p*. Dans le fil des grilles on interpose une résistance de quelques milliers d'ohms pour diminuer le courant continu filament-grille ; dans le fil des plaques on met en série une source de haute tension. Les éléments homologues des deux triodes sont alors, à chaque instant, à des potentiels égaux et de signes contraires, et les oscillations sont cantonnées dans les inductances de grille et de plaque et dans les conducteurs réunissant les filaments, chauffés en parallèle. Aucun courant oscillant ne passe dans les fils communs de grilles et de plaques et on peut disposer ceux-ci à volonté sans prendre aucune précaution. C'est là l'avantage de ce montage sur les montages à une seule triode, dans lesquels les oscillations se propagent obligatoirement à travers les conducteurs réunissant le filament à la grille et à la plaque ; il est alors nécessaire de disposer des bobines de choc pour éviter les oscillations vagabondes dans les divers organes auxiliaires, et cette opération est souvent assez délicate.

I. — LES ONDES DE L'ORDRE DU MÈTRE

Avantages de ces ondes. — Avec le montage symétrique, nous avons d'abord réalisé, en 1921, des émetteurs travaillant sur des ondes voisines de 50 mètres. Nous reviendrons plus loin sur ces ondes avec lesquelles le commandant Chaulard a réalisé une série d'essais très intéressants qui ont montré le rôle important qu'elles sont susceptibles de jouer pour des transmissions lointaines.

Mais, en même temps, nous cherchions, en collaboration avec M. David, à obtenir des ondes aussi courtes que possible avec assez d'énergie pour qu'elles puissent être utilisées pour des communications pratiques.

Nous avons dit que Gutton avait réalisé en 1917 des ondes de $1^{m}50$ en utilisant des montages à une seule triode ; mais il n'avait pas cherché à obtenir de l'énergie. D'autre part, Franklin (1) a signalé les essais effectués sur des ondes de 3 et 4 mètres, avec lesquelles il obtint, en utilisant des miroirs, des portées d'une trentaine de kilomètres en télégraphie. Enfin Kurz et Barkhausen ont pu réaliser des ondes de $0^{m}60$ (6) en utilisant un montage tout nouveau dans lequel c'est la grille qui est portée à un haut voltage ; mais les oscillations étaient réalisées sur fils de Lecher et ne mettaient en jeu que de très faibles énergies ; Gill et Morell ont étudié le fonctionnement très curieux de cet oscillateur spécial (7).

Avec les triodes ordinaires de réception de la Radiotélégraphie

militaire, nous avons obtenu des oscillations très stables sur des ondes de 2 mètres, et il fut possible de mettre 180 milliampères dans une antenne vibrant en demi-onde. Nous pûmes aussi descendre jusqu'à des longueurs de $1^{m}50$ comme l'avait fait Gutton, mais alors le fonctionnement devenait irrégulier et il était impossible d'obtenir de la puissance.

Le montage employé était du type de celui qui est indiqué plus haut, mais les condensateurs étaient supprimés et les inductances étaient réduites chacune à une seule spire de 8 centimètres de

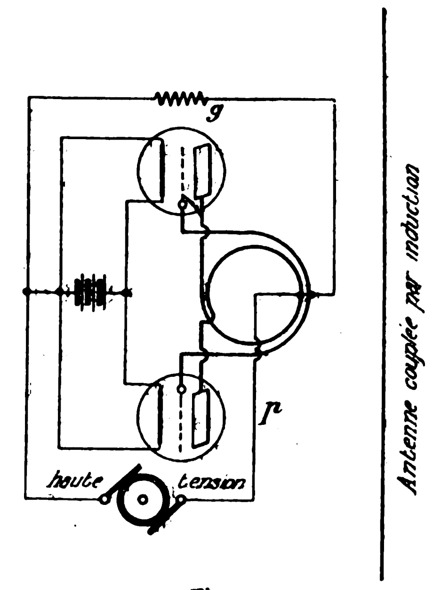


Fig. 2.

diamètre, la spire réunissant les plaques ayant ses extrémités croisées (fig. 2) pour donner au couplage un sens convenable.

En utilisant des triodes à cornes dont les plaques étaient légèrement modifiées, nous avons obtenu des ondes de $1^{m}20$ et réalisé des fonctionnements très stables sur des ondes de $1^{m}50$. Sur cette onde nous avons pu mettre 0,A6 dans l'antenne couplée inductivement avec le générateur ; ce qui correspond à une puissance rayonnée d'une trentaine de watts.

* * *

C'est un des gros avantages des ondes courtes de rayonner à intensité égale une puissance beaucoup plus grande que les ondes longues, en raison de la meilleure utilisation de l'antenne.

Si h est la hauteur de rayonnement d'une antenne émettant sur une onde Λ beaucoup plus grande que h, la résistance de rayonnement au-dessus d'un sol parfaitement conducteur est en ohms :

$$r^{\omega} = 1\,600 \left(\frac{h}{\Lambda}\right)^2$$

Dans ces conditions, la résistance de rayonnement d'une antenne pour laquelle $h = 170^m$ et qui émet une onde de $17\,000^m$ est de $0^{\omega},16$; si $h = 20^m$ et $\Lambda = 450^m$, $r = 3^{\omega},1$.

Avec les ondes très courtes, la formule précédente doit être remplacée par des formules beaucoup plus compliquées. Comme les antennes sont alors du même ordre de grandeur que les ondes, il faut dans les calculs tenir compte de la différence de marche des champs élémentaires provenant des divers points de l'antenne. Cela diminue notablement le rayonnement dans les directions inclinées sur l'horizon; en revanche, il n'en résulte aucune modification du champ dans une direction horizontale.

Si donc on se propose de comparer seulement les champs transmis horizontalement, on peut encore utiliser la formule précédente. Pour une hauteur d'antenne d'une demi longueur d'onde, on a $h = \frac{\Lambda}{\pi}$ et $r = 160\,\omega$.

Si l'on compte utiliser la résistance r pour calculer effectivement la puissance totale rayonnée par l'antenne, il faut utiliser les formules exactes qui donnent, dans des conditions moyennes de hauteur de l'antenne au-dessus du sol, des résultats environ deux fois moindres.

Cet avantage des ondes très courtes ressort encore davantage si l'on considère la résistance ohmique de l'antenne (et de la terre quand elle existe) à côté de la résistance de rayonnement. La résistance d'une antenne de grand poste est de l'ordre d'un ohm ; celle des postes à ondes courtes (100 à 600^m) est de 5 à 10 ohms. Celle d'une antenne demi-onde servant aux ondes de quelques mètres est d'environ un ohm.

Un autre avantage précieux des ondes très courtes réside dans la possibilité de les réfléchir facilement. On peut montrer, et l'expérience vérifie, que pour qu'une surface métallique joue effectivement le rôle d'un miroir, elle doit avoir des dimensions du même ordre de grandeur que la longueur de l'onde ; il est clair que de tels miroirs ne sauraient être réalisés qu'avec des ondes de quelques mètres et que leur emploi sera d'autant plus aisé que l'onde sera plus courte.

* * *

Limite inférieure réalisable. — Dans cette recherche des ondes très courtes, on arrive toujours, étant donné un type de triodes, à une limite inférieure qu'on ne peut dépasser et dans le voisinage de laquelle le fonctionnement est instable et l'énergie obtenue très faible. Il semble bien que cette limite soit liée aux dimensions des éléments des triodes et surtout à leurs distances respectives. Si l'on calcule en effet le temps que met un électron pour aller du filament à la plaque (1) d'une triode de réception de la Radiotélégraphie militaire, on trouve un nombre de l'ordre de 10^{-8} à 10^{-9}. Le calcul est assurément très grossier, car on ne connaît pas exactement la distribution du champ dans les espaces envisagés, mais les résultats ne seraient pas largement modifiés par une distribution différente de celle utilisée pour les obtenir. On constate d'ailleurs que, toutes autres choses égales, la longueur d'onde limite décroît quand la tension-plaque augmente et que la distance des filaments aux plaques diminue.



Modulation téléphonique. — Nous avons réalisé la modulation téléphonique sur les émetteurs à montage symétrique décrits plus

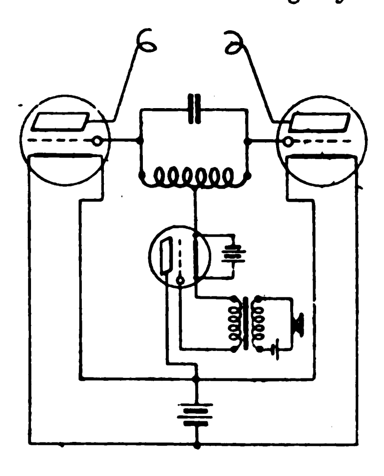


Fig. 3.

(1) Pour faire ce calcul, il faut connaitre la valeur approchée du potentiel maximum de grille pendant l'oscillation, ce qu'il est aisé de déduire de la valeur de l'inductance de grille et du courant qui y circule. Quant au potentiel de plaque pendant le trajet des électrons, il peut être considéré, sans erreur grossière, comme variant sinusoïdalement entre la tension continue appliquée aux plaques et zéro.

haut conformément au schéma de la figure 3, quelle que soit l'onde émise, de 1m50 à 50 mètres ; on remplace la résistance de grille par l'intervalle filament-plaque d'une triode dont on fait varier le potentiel de grille au moyen d'un transformateur alimenté par le microphone. Cette modulation est excellente et les résultats obtenus dans les communications sont comparables avec toutes les ondes employées.

***

Réalisation des appareils et essais. — La figure 4 montre un poste émetteur réalisant une onde de 1m80. On y voit les deux

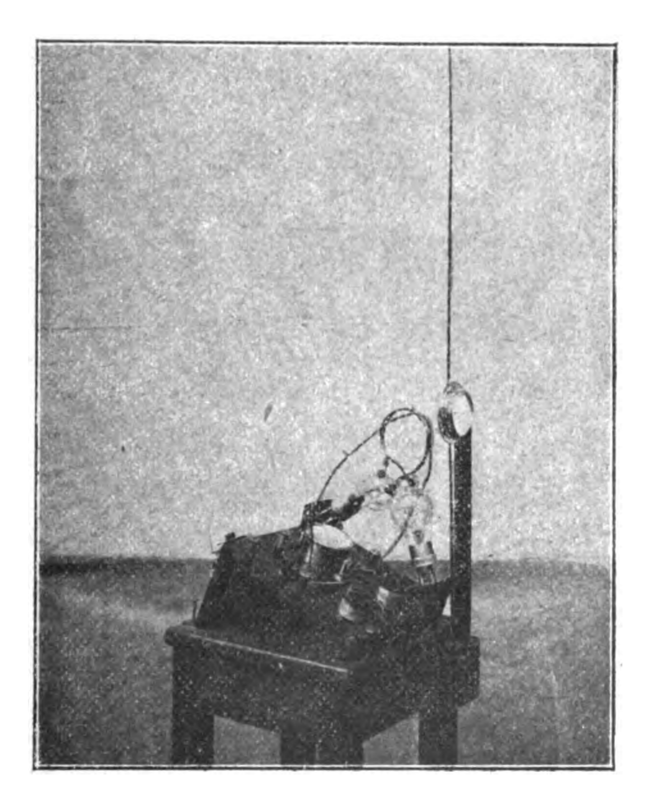


Fig. 4.

triodes à cornes, sur lesquelles viennent se fixer les deux spires servant d'inductances de grilles et de plaques, inductances très voisines dans ce cas et qui paraissent confondues sur leur plus grande partie. On aperçoit également l'antenne constituée par deux

bouts de fils de cuivre partant d'un ampèremètre placé dans la partie centrale : il n'y a pas de boucle de couplage, la proximité de l'émetteur suffit à assurer l'induction voulue dans l'antenne.

Sur la figure 8, on aperçoit encore le même poste ; sur la gauche, et à côté, se trouve la petite dynamo de 500ᵛ qui alimente les plaques avec son moteur.

La figure 5 représente le récepteur qui est du type à super réaction, il comprend encore un montage symétrique (sur la gauche)

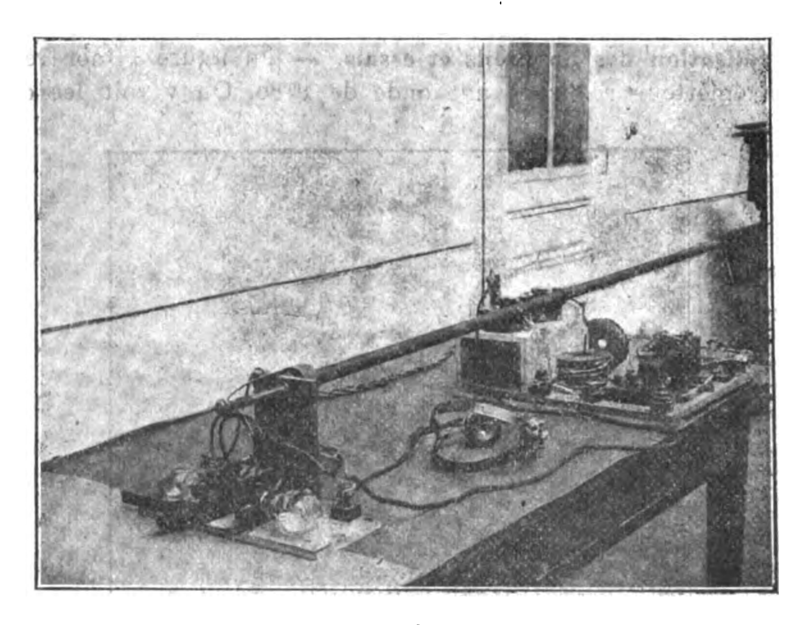


Fig. 5.

et une oscillatrice à fréquence de modulation sur la droite. Quand on utilise un miroir à la réception, le réglage de l'onde se fait au moyen de la longue tige qui traverse la photographie, et qui aboutit alors derrière le miroir.

C'est avec ce récepteur que M. David a fait les premiers essais dans la campagne pour s'assurer du bon fonctionnement d'un ensemble complet. A ce moment, nous n'avions pas encore à notre disposition tous les éléments qui nous ont permis depuis d'obtenir à l'émission des intensités atteignant 5 à 6 dixièmes d'ampère, et nous mettions seulement 80 milliampères dans l'antenne d'émission.

Dans ces conditions cependant, sur un terrain plat, mais avec

interposition d'arbres longeant des routes, on a obtenu de bonnes communications téléphoniques à deux kilomètres. On n'utilisait de miroirs ni à l'émission, ni à la réception.

Il est bon de signaler qu'ayant placé l'émetteur et le récepteur tous deux dans un bois, on put encore obtenir une communication convenable à 500 mètres.

La mauvaise saison nous a empêchés de reprendre les essais avec

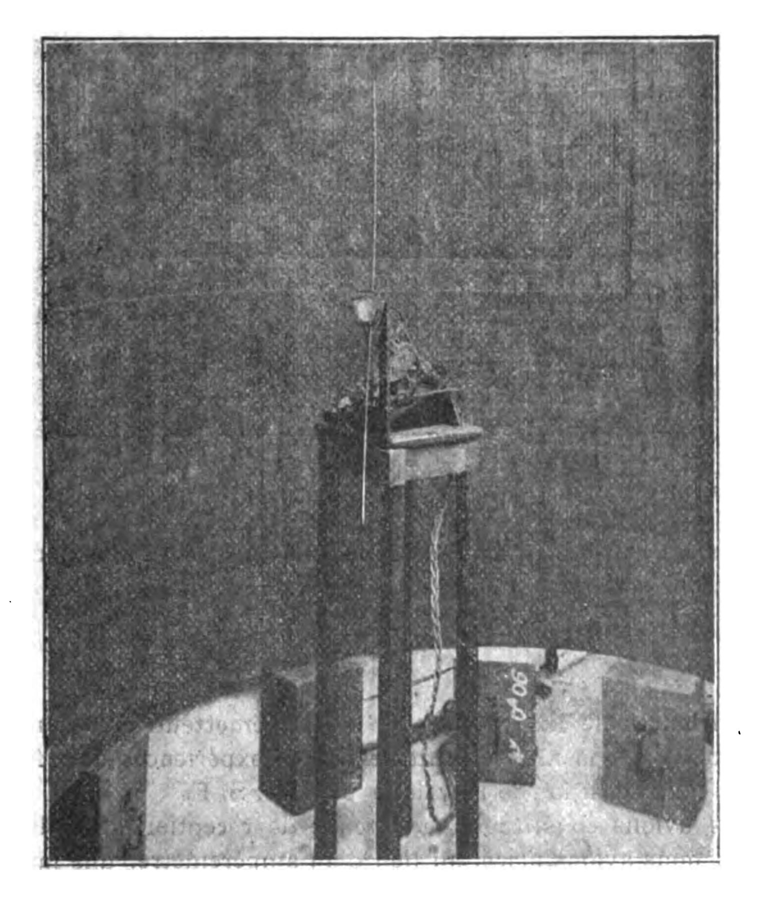


Fig. 6

toute la puissance dont nous disposons maintenant, dans des conditions variées et surtout en utilisant des miroirs paraboliques. Ceux que nous avons étudiés au laboratoire sont du genre représenté sur la figure 6. Celui-ci est constitué par un paravent souple en lattes de bois sur lequel on a fixé de la toile de cuivre.

La figure 7 représente une camionnette équipée pour la réception. On avait transporté tous les appareils sur le toit pour ne pas être

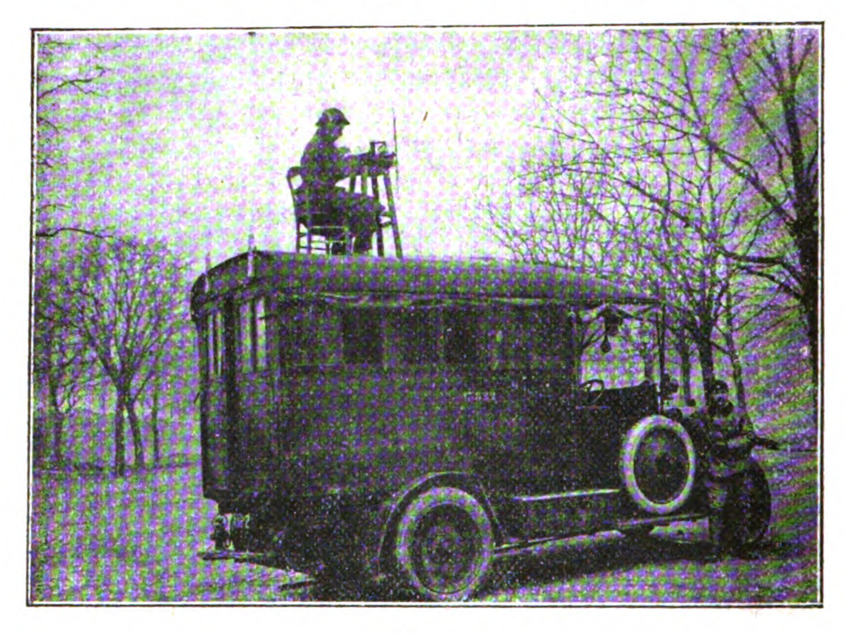


Fig. 7.

gêné par les nombreux conducteurs (fils de lumière, connexions) qui sont installés sur les parois de la voiture.

*
* *

Expériences de laboratoire. — Avec l'émetteur précédemment décrit, nous avons réalisé d'intéressantes expériences de démonstrations à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

Nous avions constitué une antenne de réception au milieu de laquelle nous avions placé, au lieu d'un ampèremètre, une lampe à incandescence de $25^{\omega} - 70^{mA}$. L'antenne pouvait tourner autour d'un axe horizontal. On la voit représentée au milieu de la figure 8. Quand on plaçait verticalement cette dernière, la lampe s'allumait à $2^{m}50$ de l'émetteur. En faisant tourner l'antenne autour de son axe, on diminuait l'éclat de la lampe qui s'éteignait quand l'antenne était horizontale. On montrait ainsi la polarisation du champ, qu'il était encore possible de manifester au moyen d'une grille intercalée entre l'émetteur et le récepteur. Quand les fils de la grille sont horizon-

taux, leur effet est nul ; quand ils sont verticaux, la lampe de la réception s'éteint.

Enfin, on pouvait facilement produire des interférences avec un miroir fait d'un carré de toile métallique de 1^{m}50 de côté. Ce miroir se voit à droite de la figure 8. On le plaçait perpendiculairement au plan contenant les antennes d'émission et de réception et l'on faisait varier sa distance à cette dernière. Quand cette distance vaut un nombre entier de demi-longueurs d'onde, le champ réfléchi est en

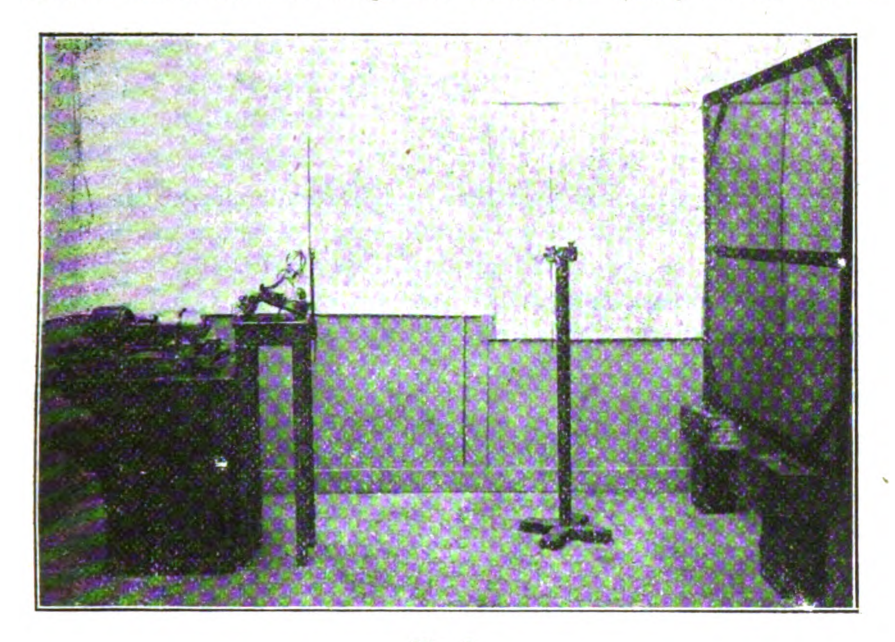


Fig. 8.

opposition avec le champ direct et la lampe de l'antenne de réception s'éteint. Quand cette distance vaut un nombre entier de demi-ondes plus un quart d'onde, les mêmes champs sont en phases et l'éclat de la lampe augmente. Pratiquement, on peut obtenir avec ce miroir, relativement petit, trois nœuds et deux ventres très nets.

A côté de ces expériences de projection dans l'espace, nous en avions réalisé d'autres sur la propagation le long des fils tout à fait conformes aux expériences classiques. La puissance en jeu permettait de les rendre particulièrement nettes pour un nombreux auditoire en utilisant des lampes à incandescence dans le pont glissant sur les fils et dans l'oscillateur qui servait à explorer le courant dans les fils et le champ dans leur voisinage.

Le conducteur A_1 B_1 B_2 A_2 (fig. 9) était couplé par sa partie A B avec l'émetteur E et un pont avec une lampe glissait sur les fils. En donnant à ces derniers une longueur convenable on observe des

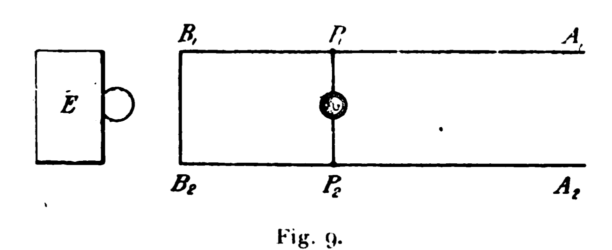


Fig. 9.

allumages très nets, sur un intervalle très réduit chaque fois que le circuit P_1 B_1 B_2 P_2 P_1 vaut un nombre entier de longueurs d'ondes. Pour explorer le champ le long de fils quand le pont occupe une position d'allumage, on utilisa le cadre ouvert C_1 D_1 C D_2 C_2 accordé sur la fréquence des oscillations (fig. 10). En le plaçant perpendiculairement aux fils, C_1 et C_2 étant dans les plans verticaux des fils A_1 B_1 et A_2 B_2, on observe, à plusieurs décimètres des fils, des nœuds et ventres de potentiel. En plaçant D_1 D_2 parallèlement aux fils A B, on observe les nœuds et ventres de courant.

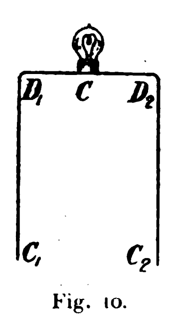


Fig. 10.

(*A suivre.*)

BIBLIOGRAPHIE

(1) Léon Deloy : Première Communication transatlantique bilatérale entre poste d'amateurs. *Onde Électrique*, 2e année, n° 24, pp. 678-683.

(2) C. S. Franklin : Radiotélégraphie dirigée avec des ondes très courtes. *Wireless World,* Vol. X. n° 8, pp. 219-255; 20 mai 1922. *Onde Electrique*, 1re année, n° 8, p. 475.

(3) F. W. Dunmore et F. H. Engel : Émissions dirigées sur une onde de 10 mètres. Sc. Pap. Bur. Stand., n° 469, 11 avril 1923. *Onde Électrique*, 2e année, n° 24, pp. 724.

(4) Mesny : Génération d'oscillations polyphasées en haute fréquence par tubes électroniques. *Journal de Physique*, octobre 1923.

(5) Eccles : The British Association Meeting at Bournemouth. *Radio-Review*, novembre 1919.

(6) Kurz et Barkhausen. *Phys. Zeitschrift*, janv. 1920.

(7) Gill et Morrel : *Phil. Mag.*, juillet 1922, 44, p. 161.

Errata à l'article de MM. Dufour et Mesny sur « l'Étude oscillographique de quelques émetteurs à triodes ».

Page	*A la place de :*	*Lire :*
624	Fig. 1	Fig. 15.
626	Fig. 4. — Courant grille.	Fig. 4. — Tension grille.
632	11e ligne, $\frac{2_1}{1\,000}$	$\frac{21^{\circ}}{1\,000}$
693	Fig. 16. — Courant circuit oscillant.	Fig. 17. — Courant plaque.
693	Fig. 17. — Courant plaque.	Fig. 16. — Courant circuit oscillant.
694	Les flèches de la figure 19 mal posées ont leur sens exact.	
700	2e Montage en dérivation	3e Montage en dérivation.
700	Intervertir les signes des pôles de la source à haute tension dans la figure 30.	
703	11e ligne, 36	37.
704	1re ligne, 37.	36.

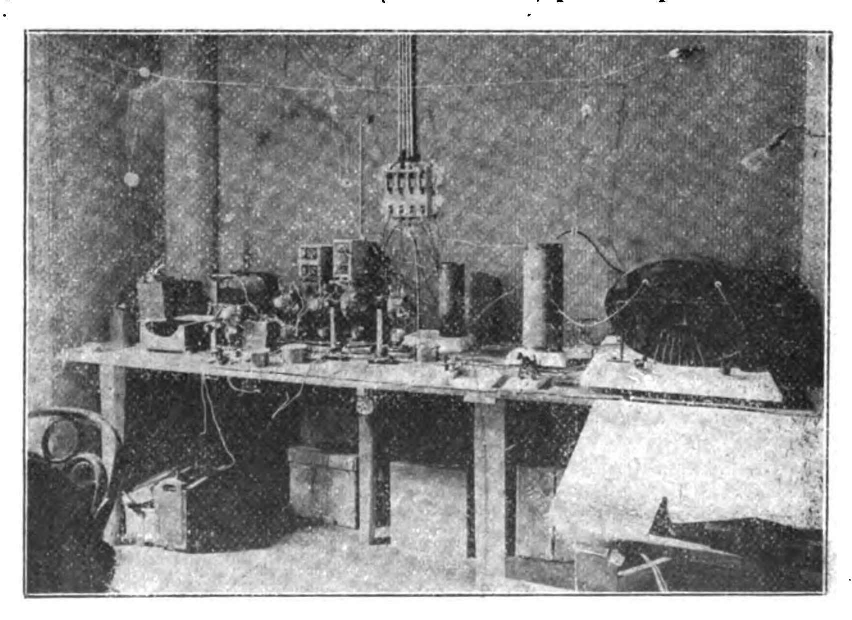


COMMUNICATIONS TRANSATLANTIQUES SUR ONDES DE 100 MÈTRES

par Léon DELOY 8AB

L'Onde Électrique m'ayant demandé des détails supplémentaires sur mes expériences transatlantiques, je me fais un plaisir de donner ici quelques précisions à ce sujet, m'excusant toutefois auprès de mes lecteurs si ces lignes font quelque peu double emploi avec mon précédent article sur le même sujet.

Mon poste tel que je l'ai décrit précédemment a été entendu par M. F. H. Schnell à Hartford (Connecticut) pour la première fois le



26 novembre dernier. Deux jours plus tard, M. Schnell, alors 1MO, maintenant 1XW, était prêt à répondre sur cent mètres et je le reçus immédiatement de façon parfaite. Depuis ce moment, nous avons communiqué chaque fois que nous en avons fait l'essai; c'est-à-dire quotidiennement pendant une dizaine de jours, puis très souvent depuis. Il semble que lorsque les conditions sont normales à l'émission et à la réception, la communication soit *toujours excellente*. Nous avons quelquefois été gênés par des parasites, du brouillage ou de l'induction à la réception, par des lampes fonctionnant mal ou un secteur instable à l'émission ou encore par le fait de nos antennes secouées

par le vent. Mais en dehors de ces accidents exceptionnels, la communication a toujours été très facile. Il m'est arrivé de demander à mon correspondant de ne passer les mots qu'une fois, toute répétition étant inutile, et de recevoir tout ce qu'il avait à transmettre (près de 200 mots) sans avoir besoin de lui demander aucune répétition. Les signaux de 1XW (400 watts alimentation) sont reçus ici, à nombre de lampe égal, beaucoup plus forts que ceux des grands postes américains employant des centaines de kilowatts. Quant à ceux de mon poste tel qu'il était alors, ils ont été reçus jusque dans le Kansas, c'est-à-dire plus loin qu'au centre des États-Unis. Sur la côte Est, on les reçoit couramment sur antenne extérieure avec une seule lampe et avec deux ou trois lampes sur antenne intérieure et même sans antenne.

La plupart de ces communications ont eu lieu entre 0200 et 0700, heure de Greenwich. Nous avons aussi fait quelques essais à 2330 et même 2230, ce qui correspond à 1830 et 1730 pour mon correspondant, c'est-à-dire à un moment où il fait presque jour encore chez lui. Les signaux étaient alors un peu moins forts, mais la communication plutôt meilleure, grâce à l'absence presque complète de brouillage et de parasites du côté américain.

Cette communication bilatérale entre amateurs européens et américains a eu des échos dans la presse de tous les pays ; chacun se demande ce que l'avenir nous réserve comme possibilité de communication entre particuliers habitant les points du globe les plus éloignés. Dès maintenant la preuve est faite que, pour être en relation régulière et converser aisément avec un ami distant de quelques milliers de kilomètres, il suffit d'installer quelques mètres de fil sur son toit et de disposer de quelques centaines de watts d'énergie électrique. Pour mon correspondant et pour moi, cette matinée du 28 novembre 1923 restera inoubliable. Ce résultat vers lequel ont tendu les efforts de milliers d'amateurs depuis des années était aussi le but que nous poursuivions sans relâche depuis trois ans, et je suis infiniment heureux d'avoir eu la chance d'être le premier à obtenir le résultat tant convoité. Je dois ce succès beaucoup au hasard puisqu'il s'agissait simplement d'avoir assez de confiance aux ondes de cent mètres pour essayer de franchir l'Atlantique grâce à elles.

L'enthousiasme de mon correspondant se devine facilement d'après quelques-unes des remarques qu'il me fit pendant notre première communication et que je traduis pour mes lecteurs.

« Je vous reçois avec deux lampes à sept mètres des écouteurs, c'est merveilleux ; rappelez-vous nos conversations d'il y a cinq

ans ; nos plus beaux rêves sont enfin réalisés !..... Cet instant où pour la première fois je puis de chez moi causer directement avec vous par dessus l'immensité de l'Océan sera pour moi l'un des plus précieux souvenirs de ma vie. Sincères félicitations pour votre éclatant succès..... Nous écrivons une page d'histoire cette nuit, mon vieux !..... Je vous reçois admirablement..... C'est un grand jour. Cette communication est parfaite, j'espère que nous la renouvellerons souvent. »

J'ai, depuis, reçu par lettre des détails sur la façon dont mes signaux ont été reçus lors de ces premiers essais. Je crois intéresser mes lecteurs en leur traduisant quelques passages de ces lettres où ils verront l'enthousiasme qui caractérise l'amateur américain en général et mon correspondant en particulier.

« Hartford, Connecticut, 26 novembre. — Hurrah ! ! Pendant une nuit entière, j'ai parfaitement reçu F8AB sur cent mètres, la nuit dernière ou plus exactement ce matin en heure de Greenwich !.... Dès réception de votre câble, j'avais construit un récepteur pour cent mètres, une lampe en réaction et une basse fréquence..... A neuf heures moins dix (0200 GMT) j'accorde mon récepteur sur cent mètres et je décide de ne plus rien toucher et d'attendre. A 0201 (GMT) exactement, j'entends un trait continu en ondes entretenues à 25 périodes (vous deviez être en train de lire votre ampèremètre d'antenne), puis immédiatement vous appelez ARRL de F8AB et passez le groupe GSJTP. Ensuite vous avez répété le tout pendant une heure et je n'ai jamais cessé de vous entendre ! Hurrah ! Vous êtes le premier amateur qui ait franchi l'Atlantique sur cent mètres ! »

« Hartford, Connecticut, 27 novembre. — De nouveau cette nuit, sans que j'aie eu à toucher au réglage de mon récepteur, à 0200 précise j'entendais votre premier appel. Je pris tout ce que vous aviez à me passer dès la première fois et quand je vis que vous alliez répéter ce que j'avais déjà reçu, j'en profitai pour parfaire le réglage; quand cela fut fait, je vous recevais, avec deux lampes, à plus de quatorze mètres des écouteurs et vous étiez parfaitement stable : aucun fading. Vous avez donné cinq minutes d'attente vers 0230, mais ne croyez pas que j'aie remis le casque pour vous chercher quand vous deviez recommencer ! Le casque posé sur la table, le bruit de vos signaux m'a rappelé à mon poste alors que j'étais dans une autre pièce ! En ajustant un simple cornet aux écouteurs, on vous entendait dans toute la maison !..... Toute cette partie du pays meurt d'envie de vous écouter et je suis assailli de demandes de

renseignements sur mon récepteur ! Pourquoi n'ont-ils pas eu la même confiance que vous et moi dès le début ? Nous nous sommes acharnés, et tandis que les autres ne s'intéressaient que bien peu aux ondes de cent mètres, vous et moi faisions tous nos efforts pour franchir l'Atlantique grâce à elles ; vous y êtes parvenu. Hurrah ! ! »

Je traduis encore un passage d'une lettre d'un amateur anglais celui-là, qui m'écrit après avoir « assisté », de chez lui, à l'une de mes premières communications avec 1MO :

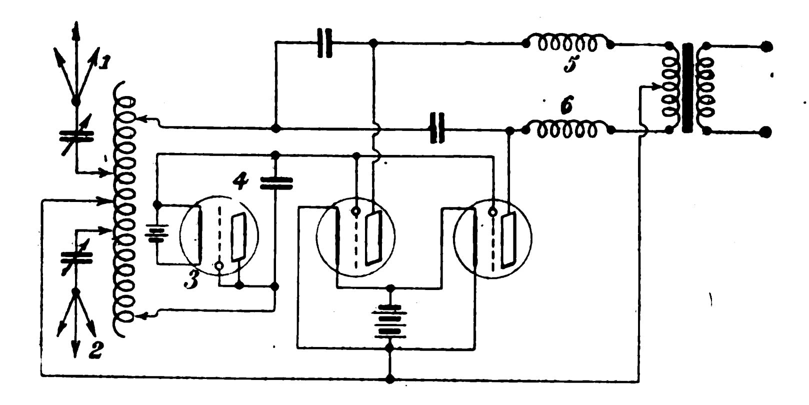
« C'était vraiment remarquable de voir la facilité avec laquelle vous et votre correspondant américain conversiez sans la moindre interruption, tandis que tous les postes de broadcasting d'Angleterre et d'Amérique faisaient (sur 360 mètres) des efforts désespérés et sans résultats pour essayer de communiquer en employant une puissance bien des fois supérieure à la vôtre ! »

Dès que le résultat de ces premiers essais fut connu, les amateurs des deux continents se « précipitèrent » sur les ondes de cent mètres. Le 26 novembre, j'étais « le premier amateur à avoir franchi l'Atlantique sur cent mètres ». Le 28, les Américains 1MO et 1XAM étaient prêts à transmettre sur cent mètres et se mettaient en communication avec moi. Chaque jour vit de nouveaux postes américains et canadiens sur cent mètres et, à l'heure actuelle, j'ai établi la communication bilatérale avec neuf d'entre eux. En Europe, l'Anglais 2KF fut le second à se mettre en communication avec l'Amérique : il s'était mis sur cent mètres et le 8 décembre j'essayais de le mettre en communication avec 1MO ; ce jour-là 1MO ne l'entendit pas, mais nous eûmes plus de succès le 10 décembre qui vit ainsi la première communication bilatérale entre amateurs anglais et américains. Quelques jours plus tard, le 16 décembre, 8BF s'étant également mis sur cent mètres, j'eus le grand plaisir de pouvoir le mettre en communication dès le premier essai avec 1MO. Depuis, d'autres Anglais et des Hollandais se sont mis sur cent mètres et ont communiqué avec l'Amérique. Il semble qu'il suffise d'être sur cent mètres pour avoir une portée presque illimitée !

Mes premiers essais décrits ci-dessus étaient effectués avec deux lampes SIF de 250 watts alimentation en parallèle, les plaques étant alimentées en 25 périodes. L'intensité normale dans l'antenne (dont la hauteur du sol est de 25 mètres environ) était voisine de trois ampères et, malgré la note très grave donnée par le courant 25 périodes, il m'a été possible de diminuer la puissance jusqu'à ne plus avoir qu'un ampère dans l'antenne ; 1MO me recevait encore

bien, quoique je ne prenne plus au secteur que moins de 200 watts.

Pour les Essais Transatlantiques j'ai modifié mon installation comme suit : J'emploie actuellement quatre lampes SIF de 250 watts alimentation. Ces lampes sont réparties en deux groupes de deux lampes dont les plaques sont connectées aux extrémités du secondaire d'un transformateur dont le point milieu est aux filaments ; il y a donc constamment un groupe de lampes dont les plaques sont positives et par conséquent la note produite à la réception est celle du courant 25 périodes *redressé*, elle se lit bien mieux au milieu des parasites. L'intensité dans l'antenne n'est guère plus grande qu'avec l'ancien montage à deux lampes, mais la portée semble accrue. En effet, j'ai été avisé par 1MO que mes signaux ont été entendus sur la côte Pacifique dans l'État de Washington, soit à une distance d'environ 9.000 kilomètres. Il est intéressant de remarquer que le plus court chemin d'ici à l'État de Washington passe par l'Angleterre, l'Islande, le Groenland, la Terre de Baffin et l'extrême Nord du Canada, donc presque entièrement sur terre.



La figure ci-dessus donne le schéma de principe de mon montage actuel. Chaque groupe de deux lampes y est représenté comme une seule lampe et les rhéostats de chauffage, appareils de mesure, manipulateurs, etc., ont été omis pour simplifier.

L. Deloy.

Union Radiotélégraphique Scientifique Internationale

Diagrammes des forces électromotrices mesurées à Meudon pour les émissions de Bordeaux, Nantes et Coltano pendant le second semestre 1923.

Les diagrammes ci-dessous donnent les champs électriques en microvolts par mètre des stations de Bordeaux (Lafayette), Nantes et Coltano. Ces éléments ont été mesurés à Meudon par la méthode indiquée au n° 1 de *l'Onde Electrique*. Les résultats précédents sont contenus dans les numéros 10, 17 et 22 de la même revue.

Nous avons reproduit sur la figure 7 les diagrammes des forces électromotrices moyennes pour chaque mois de 1922 pour permettre la comparaison avec celles de 1923. Dans cette comparaison, il faut tenir compte de ce que la longueur d'onde de LY a été réduite de 23 400 mètres à 18 900 à partir de mai 1923 ; l'accroissement du champ de cette station depuis quelques mois est particulièrement remarquable.

Si la moyenne du mois de mai 1923 n'est pas marquée sur le diagramme de la figure 6, c'est que les observations ont été très rares pendant ce mois.

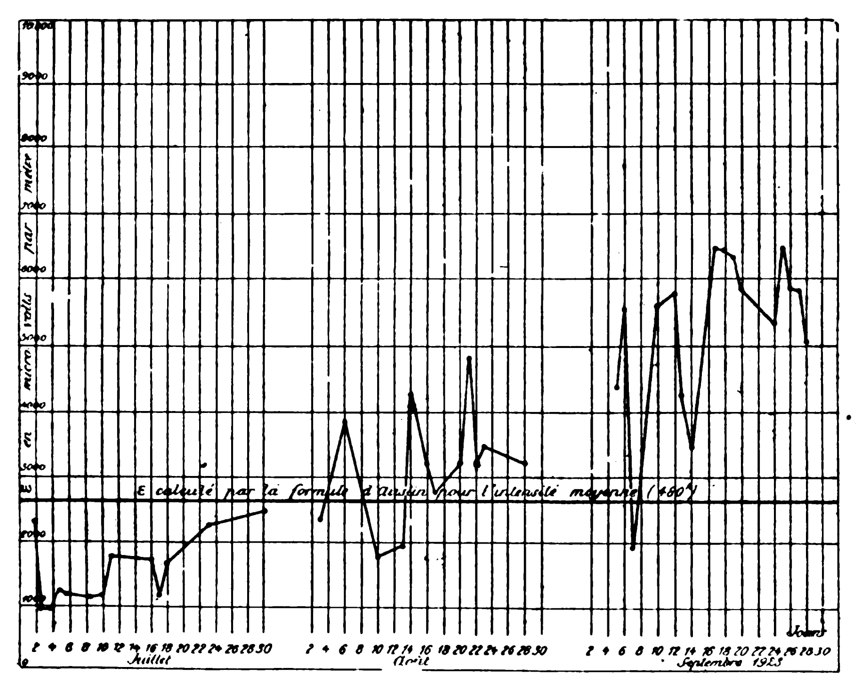


Fig. 1 — Lafayette (LY) $\lambda = 18\,900^m$ $I_m = 480^A$.

Fig. 2. — Lafayette (L Y) $\Lambda = 18900^m$ $I_m = 480^A$.

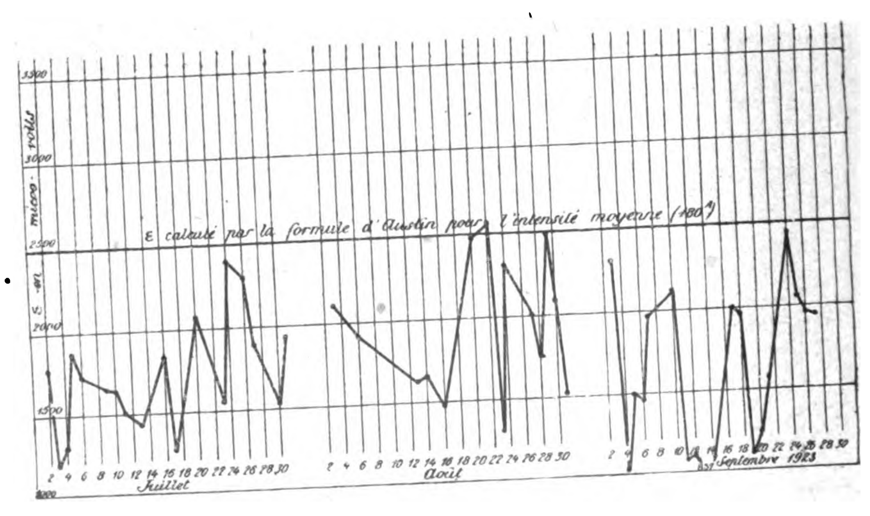


Fig. 3. — Nantes (U A) — $\Lambda = 9000^m$ — $I_m = 180^A$.

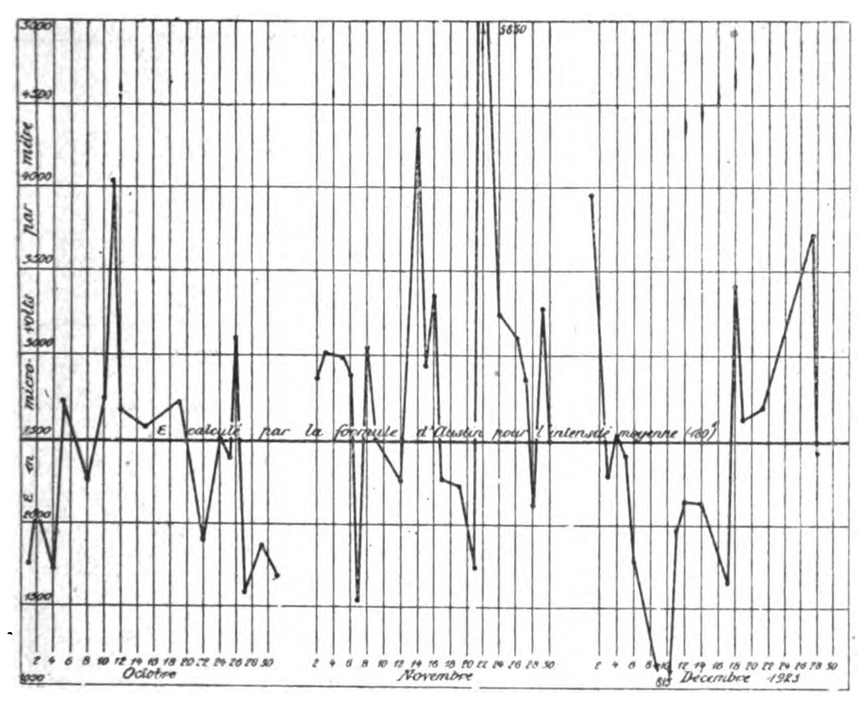


Fig. 4. — Nantes (U-A) $\Lambda = 9\,000^{m}$ $I_m = 180^{A}$.

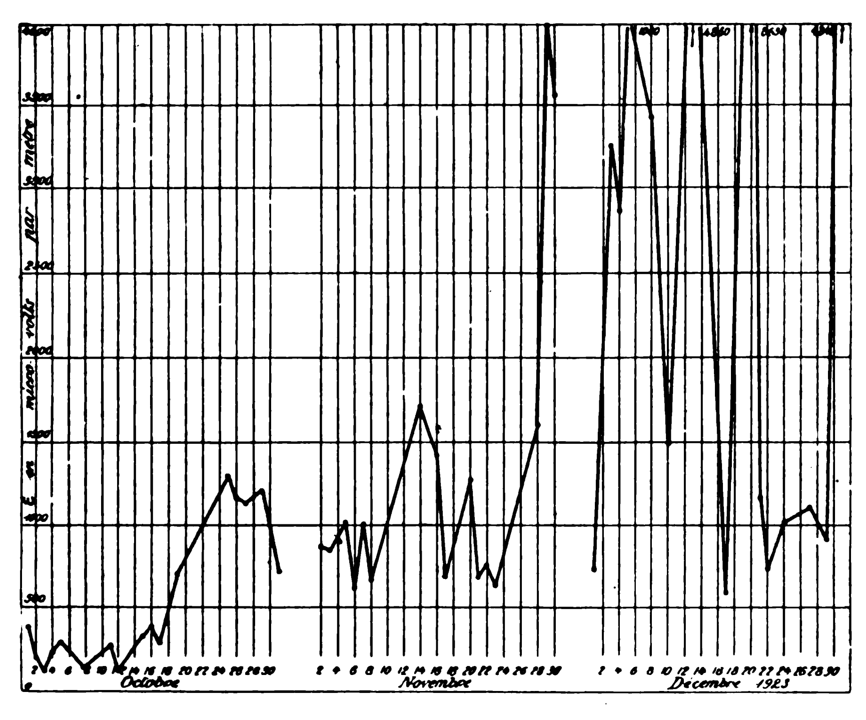


Fig. 5. — Coltano (ICC) — $\Lambda = 10\,750^{m}$ — $I_m = 130^{A}$.

Fig. 2. — Lafayette (L Y) $\Lambda = 18900^{m}$ $I_m = 480^{A}$.

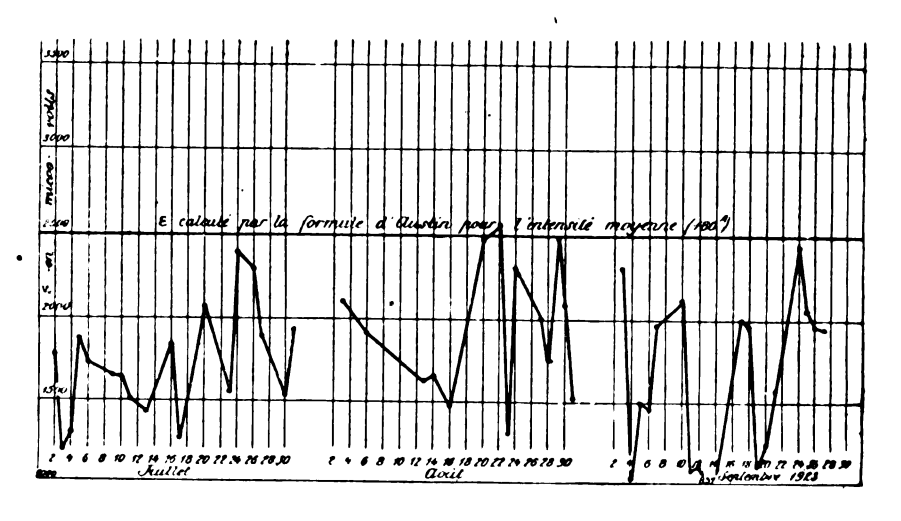


Fig. 3. — Nantes (U A) — $\Lambda = 9000^{m}$ — $I_m = 180^{A}$.

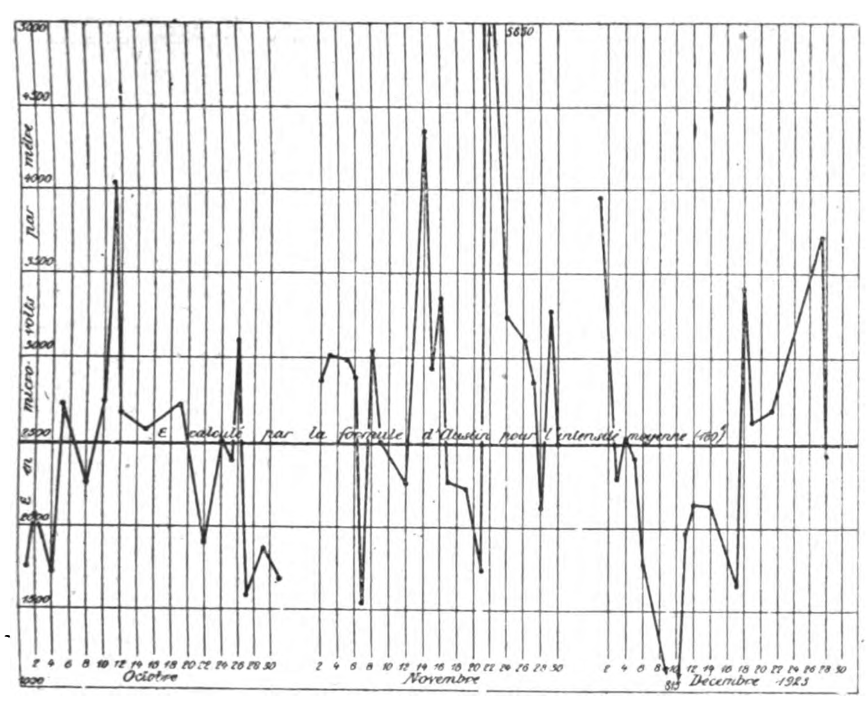


Fig. 4. — Nantes (U-A) $\Lambda = 9\,000^m$ $I_m = 180^A$.

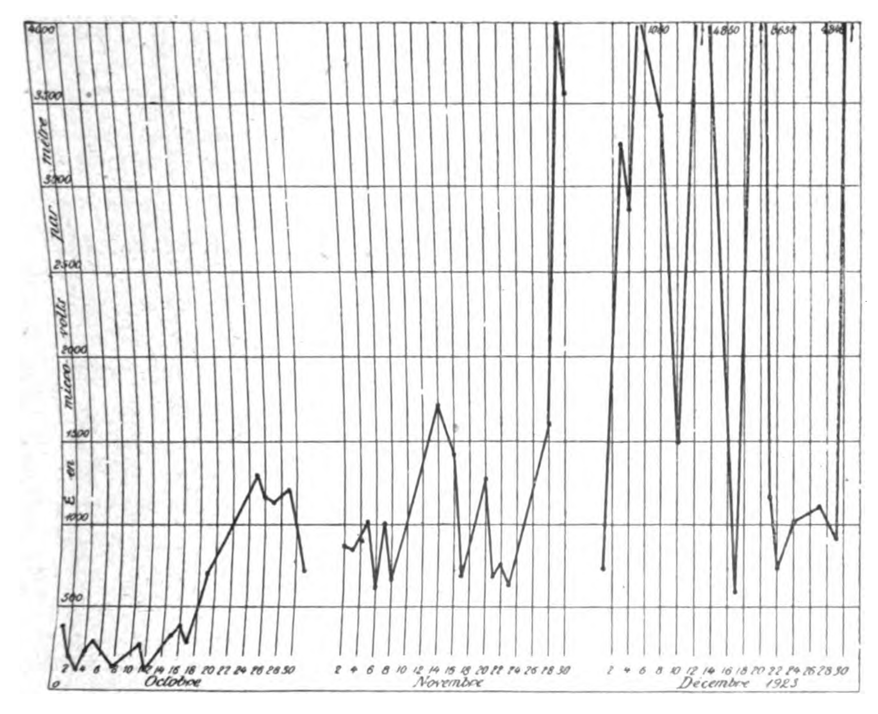


Fig. 5. — Coltano (ICC) — $\Lambda = 10\,750^m$ — $I_m = 130^A$.

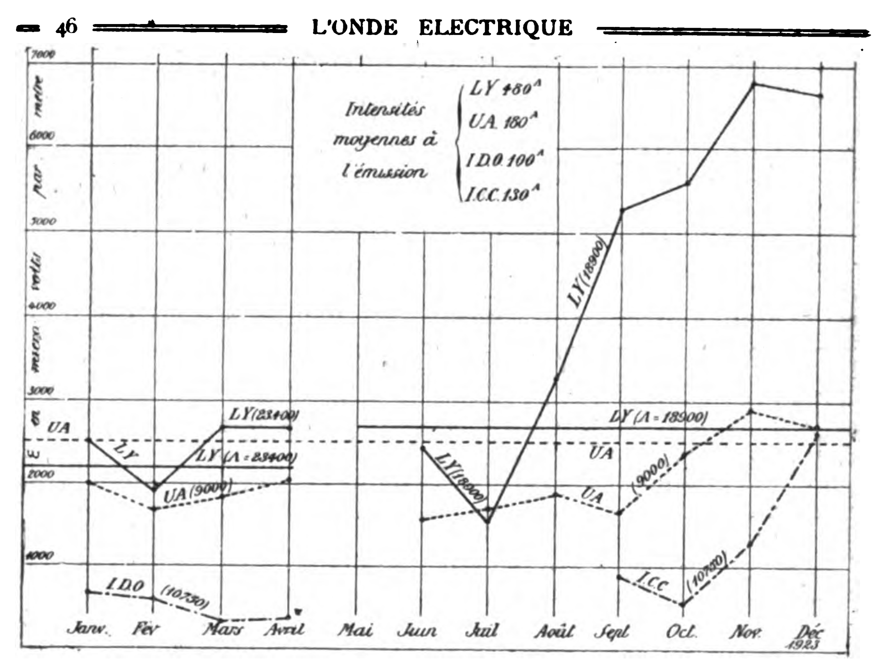


Fig. 6 — Moyennes mensuelles de la force électromotrice ε, en microvolts par mètre, produite à Meudon par les postes Lafayette (LY), Nantes (UA), Rome (IDO) et Coltano (ICC). Année 1923.
Les traits horizontaux représentent les forces électromotrices calculées par la formule d Austin pour I_e moyen.

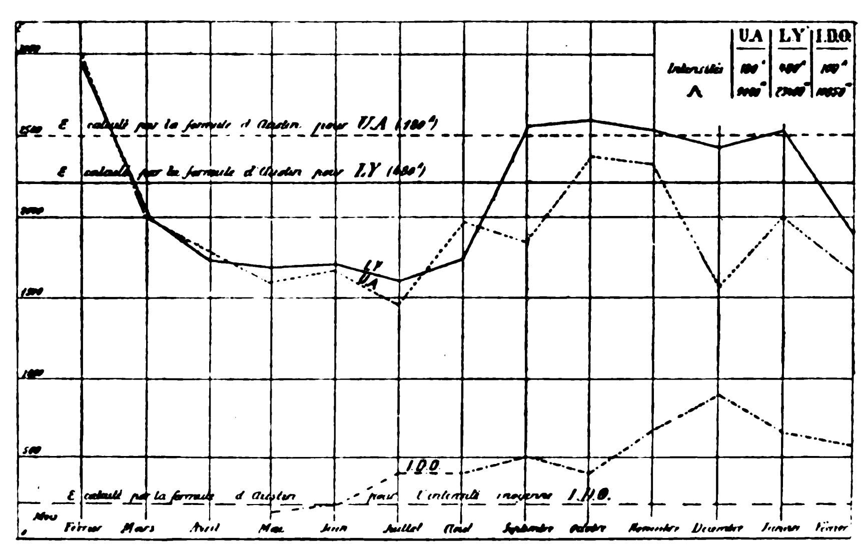


Fig. 7. — Moyennes mensuelles de la force électromotrice ε, en microvolts par mètre, produite à Meudon par les postes Lafayette (LY), Nantes (UA) et Rome (IDO). Année 1922.

CHRONIQUE DU MOIS

L'Exposition de Physique et de T. S. F.

L'Exposition de Physique et de Télégraphie sans fil qui s'est tenue au Grand Palais du 30 novembre au 24 décembre, a été certainement un événement capital dans l'histoire de la télégraphie sans fil en 1923. Organisée à l'occasion du cinquantenaire de la Société française de Physique, elle a montré avec bonheur la nécessité de l'alliance entre le chercheur de laboratoire et le technicien de l'industrie. Son comité directeur, qui groupait d'illustres personnalités du monde de la physique et de la télégraphie sans fil, autour de M. Emile Picard, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, président d'honneur, et de M. Brylinski, président du Comité Electrotechnique français, président, n'a rien négligé pour donner à cette manifestation toute l'importance et l'éclat dont elle était susceptible. Grâce à l'activité inlassable de son délégué général, M. de Valbreuze, président pour 1924 de la Société des Amis de la T. S. F., la réalisation de l'Exposition a pris une ampleur considérable, et a remporté un très vif succès.

Il est certes à souhaiter qu'une pareille manifestation vienne de temps à autre faire éclater aux yeux de tous à quelles merveilles peuvent aboutir les efforts de l'homme dans sa patiente et laborieuse étude des phénomènes de la physique. Grâce à l'Exposition, le public a pu s'initier, par une vue d'ensemble vraiment impressionnante, aux progrès réalisés par la science moderne dont il avait sous les yeux un résumé éclatant.

Dans la partie télégraphie sans fil proprement dite, nous tenons à dégager tout d'abord l'intéressante série d'expériences qui faisait partie du stand de la Société française de Physique ; ces expériences ont été suivies avec beaucoup d'intérêt par les visiteurs. On a pu constater aussi à quel point la radiotélégraphie continuait à passionner le grand public. C'est que cette science, si curieuse par les résultats qu'elle permet d'obtenir, ne demande pas, pour l'expérimentation, de grosses dépenses ni de lourds appareils. Aussi le goût de la recherche, et du « montage », se propage-t-il rapidement, et c'est là, à notre avis, un signe des plus heureux de la mentalité moderne. Faut-il rappeler ici que l'un des buts principaux poursuivis par la Société des Amis de la T. S. F. a toujours été d'aider, le mieux possible, à l'initiation à la radiotélégraphie. Il semble qu'il y ait là pour

tous, et particulièrement pour les jeunes gens, une source très vive et très profitable d'intérêt et d'agrément.

Particulièrement instructives étaient les expériences de M. Mesny sur la propagation des ondes électromagnétiques de petite longueur le long des fils ou dans l'air. Les longueurs d'ondes de l'ordre de grandeur du mètre, proche des dimensions humaines, rendent plus tangibles, en quelque sorte, les phénomènes électriques et nous aident puissamment à concevoir physiquement les phénomènes de propagation. On trouvera, d'autre part, dans ce numéro, un article descriptif de ces curieuses expériences.

Un dispositif de télécommande dû à M. Maurice Guéritot (1885-1923), avait été reconstitué par M. David, fondé sur l'emploi à l'émission de deux ondes modulées à des fréquences différentes et, à la réception, de lames vibrantes, accordées sur les fréquences de modulation, et d'un système de relais traducteur d'appels.

De nombreuses autres expériences attiraient des visiteurs soucieux de se documenter dans le domaine de l'électricité générale ou de la télégraphie sans fil. M. Turpain avait reconstitué ses expériences sur l'étude du champ Hertzien, d'un si puissant intérêt scientifique et historique. M. Pérot avait fait installer de très curieuses expériences sur les répulsions électrodynamiques et le repérage par cadres. MM. Bethenod et Soulier présentaient la réalisation de l'auto-excitation d'un moteur asynchrone sur batterie de condensateurs; les phénomènes de résonance, la gyration d'un ovoïde par champ tournant. Dans le domaine des appareils de mesures, un champ d'investigation très vaste s'offrait au public (hystérésigraphe, wattmètre, lumenmètre du Laboratoire central, audiomètre anglais, etc.). L'utilisation des ondes ultrasonores, due à M. Langevin, trouvait au stand de la Marine son complément par l'exposition d'un enregistreur Marti pour le sondage continu des fonds marins.

Une très intéressante exposition rétrospective, organisée par MM. Bethenod et Soulier, permettait de suivre l'évolution si rapide de la radiotélégraphie depuis les premiers essais (cohéreur, détecteur électrolytique) jusqu'à l'avènement de la lampe à trois électrodes, et ses brillantes applications.

Les stands officiels de la radiotélégraphie militaire et de la marine exposaient la série des appareils de radiocommunication, dont beaucoup ont été les prototypes des appareils commerciaux actuellement en usage. Des voitures et un tank équipés en télégraphie sans fil ont été beaucoup visités. Le premier poste de la Tour Eiffel rappelait les premiers efforts en vue de la constitution de puissants émetteurs.

La partie industrielle de l'Exposition, en télégraphie sans fil, s'est montrée très brillante et tres animée. Nous n'entreprendrons pas ici une description détaillée des différentes réalisations présentées par les constructeurs. Les stands de la Compagnie Générale de télégraphie sans fil et de ses compagnies associées ont été très visités; à côté d'un ensemble d'appareils impressionnant, d'ingénieuses illustrations du mécanisme des radiocommunications (table de trafic, communications radiotéléphoniques, etc.) agrémentaient leur exposition. En dehors des appareils courants, la S. F. R. exposait un émetteur sur cadre pour onde de 50 mètres environ qui constitue une réelle innovation. La Société Indépendante de Télégraphie sans Fil groupait ses amplificateurs et ses émetteurs à côté de la reproduction d'un poste de bateau. Tous les constructeurs s'étaient donné à tâche de mettre au point et de présenter des séries d'appareils tout à fait remarquables. D'une façon générale, le problème de l'alimentation par courant alternatif semble avoir préoccupé beaucoup les constructeurs qui en offraient, à l'Exposition, des solutions intéressantes et dont il serait malheureusement trop long de donner ici les détails. La série de conférences sur ce sujet qu'a organisées la Société des Amis de la T. S. F. paraît donc bien venir à son heure.

Dans le domaine des lampes, la Compagnie générale des Lampes et la Radiotechnique présentaient des modèles de lampes à faible consommation, basées sur l'emploi d'un filament et d'un procédé de vidage spéciaux. Nos lecteurs trouveront dans une analyse de *l'Onde Electrique*, du mois de décembre (1), l'explication des propriétés qui sont à la base de cette nouveauté, dont on peut certainement attendre de très intéressantes applications. Des lampes d'émission à plaque externe étaient exposées par la Radiotechnique et le Matériel téléphonique. Il n'est pas besoin de rappeler aussi de quel intérêt a été entouré l'ingénieuse disposition de lampes redresseurs et d'émission dont M. Hollweck a exposé dans ce journal l'idée fondamentale et la réalisation.

Nous devons encore signaler dans le stand des Établissements Édouard Belin, les appareils de reproduction des figures à distance et de télévision.

L'Exposition de Physique et de Télégraphie sans fil a ainsi brillamment affirmé la vitalité de la radiotélégraphie et montré tout ce qu'on peut attendre du développement de cette science et de ses applications.

(1) Le filament de tungstène au thorium, *Onde Électrique*, décembre 1923.

Les Essais transatlantiques

Tout le monde de la télégraphie sans fil a suivi avec le plus vif intérêt les essais transatlantiques dont le président est M. le Dr Corret, dont on connait le dévouement à la cause des amateurs.

Voici, d'après les télégrammes d'Amérique, les postes d'amateurs européens qui ont été reçus par les amateurs américains.

1° *Britanniques :*

Avec mot de code : 2FQ, 2 KF, 2SZ, 5AT, 5LC, 5PU, 6NI, 6XX, 6YA, 2ND, 5BV, 2OD, 2KW, 2FN, 2IN, 5KO, 5NN.

Sans mot de code : 2SH.

Non inscrits pour les essais : 2KL, 2LO.

2° *Français :*

Avec mot de code : 8AB, 8AÉ, 8BÉ, 8BF, 8CT, 8LY, 8ARA, 8AZ, 8BM, 8CD, 8CS, 8JL, 8CZ.

Sans mot de code : 8BT.

3° *Hollandais :*

Avec mot de code : PA9, PCII, Zéro DV, PAR14, NAB2.

Nous reviendrons sur la question. Mais d'ores et déjà le brillant succès remporté ouvre, non seulement à l'ameuteurisme, mais à la science, de nouvelles et bien captivantes perspectives.

Les Essais franco-britanniques

Voici d'autre part le compte rendu complet des essais franco-britanniques qui avaient précédé les essais transatlantiques.

A) Résultat des Transmissions.

Les stations d'émission d'amateurs français ont été entendues dans les localités suivantes au cours des essais franco-britanniques :

Le 26 Novembre :

8AA : en Suisse. — 8AE : Bristol, Palmers Green, Cambridge. — 8Aé : Sheffield, Bristol, Shipley, Palmers Green, Edinburgh, en Suisse, Alger. — 8AF : York, Shipley. — 8BA : Sheffield, Palmers Green, Berwick. — 8Bé : Sheffield, Edinburgh, Palmers Green, en Suisse. — 8BN : Palmers Green. — 8BU : en Suisse. — 8CF : Sheffield, Shipley, Palmers Green, Bristol, en Suisse. — 8CS : Bristol, Shipley, Palmers Green, en Suisse. — 8DA : en Suisse : — 8DY : Sheffield, Cambridge, Palmers Green, Shipley.

Le 28 Novembre :

8AA : Folkestone. — 8Aé : Sheffield, Edinburgh, Calne, Bayswater, Cricklewood, Stalybridge, London, Bradford, Folkestone, Gowerton, Glasgow, Nottingham, Baildon, Alger. — 8AL : Folkestone. — 8AP : Cambridge, Bradford. — 8AU : Edinburgh, Cambridge, Sheurness, Nottingham, York. — 8BA : Sheffield, Calne, Bayswater, Cricklewood, Stalybridge, London, Edinburgh, Bradford, Gowerton, Baildon, Glasgow, Nottingham. — 8Bé : Hamstead, Sheffield, Edinburgh, Calne, Bayswater, Stalybridge, Bradford, Folkestone, Gowerton, Glasgow, Nottingham, Baildon, York, Alger. — 8BF : Baildon. — 8BL : Calne. — 8BM : Cricklewood, Tottenham. — 8BS : Gt Malvern, York. — 8BU : Sheerness, Nottingham, Baildon. — 8CF : Hampstead, Sheffield, Calne, Edinburgh, Bayswater, Macclesfield, Cricklewood, Bradford, Folkestone, Gowerton, Glasgow, Bristol, Nottingham, London, Stalybridge, Gt Malvern, York, Baildon. — 8CS : Sheffield. — 8CY : Cambridge, Bayswater, Cricklewood, Macclesfield, Sherness, Nottingham, York. — 8DA : London, Folkestone, Bristol, Nottingham. — 8DG : Gowerton. — 8DP : Gowerton, Bristol, Nottingham, Baildon. — 8DX : Cricklewood. — 8DY : Hampstead, Sheffield, Edinburgh, Cambridge, Calne, London, York, Bradford, Cricklewood, Folkestone, Birmingham, Bristol, Nottingham, Baildon, Stalybridge, Sheerness. — 8FF : Calne. – *Etrangers :* 5PU : Sheerness, Nottingham. — PCII : Sheffield, Edinburgh, Stalybridge, Gt Malvern, London, Shipley, Sheerness, Cricklewood, Nottingham, York, Baildon, Alger.

Le 30 Novembre :

8AE : Clacton, Cricklewood, Nottingham, Bristol, Monkseaton. Gowerton, Edinburgh, London. — 8Aé : Hampstead, Suffolk, Clacton, Cricklewood, Earls Court, Dulwich, Nottingham, Bristol, Monkseaton, Essex, Edinburgh, Gowerton, Calne, London. — 8AF: Folkestone. — 8AH : Cambridge. — 8AU : Cambridge. — 8BA : Clacton, Nottingham, Bristol, Monkseaton, Essex, Calne, Gowerton, London. — 8Bé : Folkestone. — 8 BN : Cricklewood, Nottingham, Bristol, Monkseaton, Gowerton, London. — 8BU : London. — 8CF : Folkestone, Calne, Nottingham, Bristol, Monkseaton, Essex, Gowerton. — 8CJ : Hampstead, Folkestone, Clacton, Stalybridge, Calne, Cricklewood, Nottingham, Bristol, Monkseaton, Essex, Gowerton, Edinburgh, London. — 8CM : Essex. — 8CS : Hampstead, Folkestone, Clacton, Cricklewood, Dulwich, Nottingham, Bristol, Monkseaton, Essex, Gowerton. — 8CY : Nottingham, Bristol, Gowerton.

—8DA : Calne. Nottingham, Bristol, Gowerton. — 8DM : Monkseaton. — 8DY : Cricklewood, Nottingham, Bristol, Monkseaton, Gowerton, Calne, Suffolk. — 8LG : Suffolk.

Le 2 Décembre :

8AA : Gowerton. — 8Aé : Hampstead, Folkestone, Earls Court, Sheffield, Gowerton, Bradford, Cricklewood, York, Bristol. — 8AG : Nottingham. — 8AR : York. — 8AU : Sheffield, Gowerton, East Grinstead. — 8BA : Hampstead, Sheffield, Gowerton, York, Bristol. — 8 BL : Nottingham, Bristol. — 8BN : Sheffield, Nottingham. — 8BS : Gowerton, York, Nottingham, Bristol. — 8BU : Folkestone, Sheffield, Gowerton, Bradford, York, Bristol, London. — 8CJ : Hempstead, Folkestone, Sheffield, Gowerton, Bradford, New Southgate, Cricklewood, Nottingham, Macclesfield, Bristol, York, London. — 8CS : York. — 8CW : York. — 8CY : Gowerton, New Southgate, Nottingham, York, Macclesfield, Bristol, London. — 8DA : Folkestone, Sheffield, Bradford, New Southgate, Nottingham. — 8DP : York. — 8DR : York, London. — 8DU : Gowerton, London. — 8DY : Nottingham, Hampstead, Sheffield, Gowerton, Bradford, Cricklevood, York, Bristol. — 8WV : Gowerton, Nottingham, York.

Le 4 Décembre :

8AA : Folkestone. — 8AE : Hampstead, Folkestone, Bradford, Sheffield, Calne, Nottingham, Gowerton, Bristol, Edinburgh, Monkseaton, London. — 8Aé : Edinburgh, Earls Court, Bradford, Sheffield, Essex, East Grinstead, Nottingham, Gowerton, London, Bristol, Bradford, Nottingham, Monkseaton, Calne, Dollar, Alger. — 8AG : Hampstead, Bradford, Sheffield, Calne, Nottingham, Gowerton, Bristol, Edinburgh, London, Monkseaton, Dollar, Alger. — 8AQ : Nottingham. — 8BA : Folkestone, Bradford, Sheffield, Nottingham, Gowerton, London, Dollar. — 8BL : Nottingham. — 8BU : Folkestone, Bradford, Sheffield, London. — 8CF : Folkestone, Bradford, Sheffield, Nottingham, Gowerton Edinburgh, Alger. — 8CG : Folkestone, Bradford, Sheffield, Calne, Nottingham, Gowerton, Edinburgh, London, Monkseaton. — 8CH : Nottingham. — 8CJ : Hove, Folkestone, Bradford, Sheffield, Nottingham, Edinburgh, Monkseaton, London. — 8CS : Hampstead, Bradford, Sheffield, Calne, Nottingham, Gowerton, Edinburgh, London. — 8DA : Folkestone, Bradford, Sheffield, Alger. — 8DU : Nottingham. — 8DY : Hove, Hampstead, Folkestone, Bradford, Sheffield, Nottingham, Gowerton, Bristol, Monkseaton, Bradford, Calne, East Grinstead, London,

Dollar, Alger. — *Etrangers* : 2 TT : Nottingham — 2SH : Nottingham. — PCII : Essex.

Le 6 Décembre :

8Aé : Bradford, Nottingham, London. — 8AG : Bradford, Earls Court, Palmers Green, Nottingham, London, Monkseaton. — 8AQ : London, Monkseaton. — 8BL : Bradford; Earls Court, Palmers Green, Nottingham, Monkseaton, London, — 8CG : Hove, Bradford, Earls Court, Palmers Green, Nottingham, London, Monkseaton. — 8CJ : Hove, Nottingham, Dollar. — 8CS : London. — 8CT : Hove, Bradford. — 8DU : Bradford, London, Dollar. — 8DY : Hove, Bradford, Earls Court, Nottingham, Monkseaton, London. — 8RQ : Dollar.

Le 8 Décembre :

8AA : York, Calne, Edinburgh. — 8Aé : Nottingham, Edinburgh. — 8AG : Edinburgh. — 8AQ : Hampstead, Folkestone, York, Calne, Watford, Hove, Edinburgh, Earls Court, New Southgate, London. — 8BF : Folkestone, Calne, York, Edinburgh. — 8BL : Edinburgh, Hove. — 8BP : York. — 8CC : Hove. — 8CF : New Southgate, Calne, Hove, London. — 8CG : Calne, Hove, Edinburgh, London. — 8CJ : Hove. — 8CT : York. — 8DH : London. — 8DX : Bristol. — 8DY : New Southgate, Edinburg, York Calne, Hove, Earls Court, London. — 8FF : Hove. — 8GS : Hove.

Le 10 Décembre :

8AQ : Edinburgh. — 8Bé : Nottingham. — 8BU : Nottingham. — 8CF Nottingham. — 8CF : Nottingham. — 8CS : Nottingham.

Sans date pendant la période des essais.

8AB : Alger. — 8AC : Alger. — 8AE : Alger. — 8Aé : Aberdeen, Nottingham. — 8AN : Alger. — 8AQ : Aberdeen, Nottingham, Alger. — 8BA : Nottingham. — 8Bé : Nottingham. — 8BF : Alger. — 8BL : Aberdeen. — 8BM : Alger. — 8CF : Nottingham. — 8CG : Nottingham, — 8CH : Aberdeen. — 8CJ : Nottingham. — 8CK : Alger. — 8CS : Nottingham. — 8DY : Nottingham. — 8FF : Nottingham.

Les résultats des réceptions seront communiqués ultérieurement.

B) **Résultat des Réceptions.**

Il avait été demandé aux amateurs de participer à des essais franco-britanniques faits à des jours et à des heures déterminés et comportant la réception d'émissions faites de façon également déterminée (séries de *vvvvv* ou RSGB). En vue de permettre les vérifications

nécessaires, il leur avait été, de plus, demandé de communiquer le compte rendu détaillé de leur réception. Certains amateurs se sont conformés très exactement à ces indications, en spécifiant, en particulier, qu'ils ne mentionnaient dans leur compte rendu que les stations ayant transmis des séries de *vvvv* ou RSGB, aux jours et heures fixés pour les essais, à l'exclusion de celles faisant des essais privés ou correspondant entre elles. D'autres ont envoyé la liste complète de tous les indicatifs reçus par eux depuis qu'ils font l'écoute des petites longueurs d'onde ; d'autres, tous ceux qu'ils ont entendus à n'importe quelle heure et n'importe quel jour pendant la période des essais ; d'autres encore ,tous ceux qu'ils ont reçus aux jours et heures des essais, mais sans donner d'indications suffisantes pour permettre de reconnaître ceux des postes qui prenaient part aux essais.

Dans ces conditions, et pour obtenir des données plus comparables (bien que subsiste encore une très grande inégalité des périodes d'écoute selon les amateurs), il n'a été possible de retenir que les résultats pour lesquels, après correspondance avec les intéressés, les indications fournies ont permis de déterminer avec certitude qu'ils avaient trait aux essais proprement dits. Voici ces résultats, avec indication du nombre de postes différents d'amateurs britanniques entendus, ainsi que des principales caractéristiques de l'antenne et des dispositifs de réception employés :

M. Burlet (René) (Reims) : 42 postes. Antenne prisme à cinq fils de 24 mètres, hauteur 13 mètres. (D réaction, 1 BF).

M. Fonteneau (Connerré) : 41 postes. Antennes à un fil de 50 mètres, ou prisme à six fils de 37 mètres. (1 HF résonance, D réaction, 1 BF).

M. Germond (Orléans) : 38 postes. Antenne à deux fils de 55 mètres, en V, hauteur 10 mètres. (D réaction, 1 BF).

M. Yvonnet (Thibie) : 21 postes. Antenne à un fil de 100 mètres, hauteur 8 mètres. (D réaction, 1 BF).

M. Tellier (Le Bourget) : 19 postes. Antenne à un fil de 30 mètres (D, 2 BF).

M. Heude (Calais) : 18 postes. Antenne à trois fils de 59 mètres, hauteur 8 mètres. (D. réaction, 1 BF).

M. Clayeux (Moulins) : 17 postes. Antenne en T, prisme à quatre fils de 30 mètres, hauteur 10 mètres. (1 HF résonance. D réaction, 1 BF).

M. Burlet (Roger) (Reims) : 15 postes. Antenne prisme de cinq fils de 25 mètres, hauteur 13 mètres. (D, 1 BF).

M. Lasne (Paris) : 15 postes. Antenne *intérieure* à neuf fils de 4 mètres. (1 HF résonance, D réaction, 2 BF, Hétérodyne séparé).

M. François (Paris) : 14 postes. Antenne à un fil de 12 mètres. (1 HF résonance, D réaction).

M. Riss (Boulogne-sur-Mer) : 14 postes. Antenne en T, prisme à cinq fils de 16 mètres, hauteur 7 mètres (Reinartz, D réaction, 2BF).

M. Picavet (Parc Saint-Maur) : 13 postes. Antenne *intérieure* spirale à 40 spires. (1 HF résonance, D, 2 BF).

M. Auschitzky (Arcachon) : 12 postes. Antenne en T, prisme à six fils de 26 mètres, hauteur 18 à 20 mètres. (1 HF résonance, D à réaction, 1 BF).

M. Claude (Paris) : 12 postes. Antenne à deux fils de 38 mètres. (D, 1 BF).

M. Longayrou (Alger) : 12 postes. Antenne à deux fils de 45 mètres, en V. (1 HF résonance, D réaction, 1 BF).

M. Benoit (Thiais) : 10 postes. Antenne à deux fils de 35 mètres, hauteur 3 à 7 mètres. (Superhétérodyne à 5 lampes).

M. Fleury (Paris) : 6 postes. *Cadre* à deux spires de 4 mètres sur 2 mètres. (1 HF résonance, D, 1 BF).

M. Gaudillat (Paris) : 5 postes. Antenne *intérieure* à un fil de 4 mètres. (1 HF, 1 Flewelling 1 BF).

Dr. Roussin (Montélimar): 3 postes. Antenne prisme à cinq fils de 18 mètres, hauteur 25 mètres. (1 HF résonance, D, réaction, 1 BF).

M. Peugeot (Audincourt) : 2 postes. Antenne en T, prisme à six fils de 20 mètres, hauteur 20 à 30 mètres. (1 HF résonance, D réaction, 1 BF).

Renseignements insuffisants : MM. Guinand, Restout, Saumont.

Les résultats de ces essais paraissent soulever une question intéressante : Y a-t-il réellement avantage, *pour les ondes de 200 mètres et au-dessous*, à employer, avant la détection, un étage d'amplification haute fréquence à résonance?

Plusieurs amateurs français, et non des moins habiles, ont cru pouvoir constater que cette amplification était tout à fait illusoire. D'autres sont fermement convaincus, au contraire, qu'un étage d'amplification haute fréquence à résonance améliore nettement leur réception de 200 mètres.

Un collaborateur de la revue américaine *QST* affirme d'autre part, après de nombreuses expériences comparatives, que l'emploi d'un étage d'amplification haute fréquence à résonance sur 200 mètres « n'est qu'un pur gaspillage de lampes et de matériel » et qu'un récepteur avec amplification haute fréquence ne donne pas une réception plus sensible, ni plus intense que ne le fait la simple détection avec réaction.

ANALYSES

LAMPES

La théorie de la génération des courants alternatifs par des triodes; SKUTTLEWORTH. *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, t. 61, pp. 1121-1133, octobre 1923. — L'auteur commence par rappeler les définitions des grandeurs caractéristiques des triodes, puis, assimilant les branches ascendantes des courbes caractéristiques à des droites et supposant que les diverses grandeurs alternatives restent sinusoïdales, il calcule la résistance équivalente du circuit oscillant, résistance qu'il trouve approximativement égale à $\frac{L_1^2 \omega^2}{R}$, L_1 étant la valeur de l'inductance intercalée dans la plaque, R la résistance du circuit oscillant et la pulsation ω étant égale à

$$\frac{1}{\sqrt{C(L_1 + L_2)}}$$

$L_1 + L_2$ inductance totale du circuit oscillant, C sa capacité. Il démontre que si on désigne par E_1 la valeur maximum de la chute de tension alternative qui se produit aux bornes de cette résistance équivalente, le maximum de puissance que l'on puisse tirer de la lampe quand on a donné à cette résistance équivalente sa valeur optimum est :

$$\frac{E_1^2}{2r}$$

r résistance interne de la lampe.

D'autre part, si on represente par E la tension continue appliquée à la plaque, et si on suppose que les conditions de fonctionnement soient telles que le courant plaque varie sinusoïdalement entre O et $2io$, la valeur du courant continu plaque est io, la valeur efficace de la composante alternative du courant plaque est $\frac{io}{\sqrt{2}}$.

La puissance fournie par la source à courant continu qui alimente la plaque est :

$$\frac{ER}{L_1 \omega^2}$$

et la puissance haute fréquence :

$$\frac{E_1^2}{2} \cdot \frac{R}{L_1 \omega^2}$$

Le rendement est donc égal à $\frac{1}{2}$ si $E = E_1$.

Lorsqu'on a déterminé la valeur attribuée à E_1 pour avoir une puissance donnée W_1 dans une antenne de résistance R, de capacité C, la valeur de l'inductance à intercaler dans la plaque se déduit de la formule :

$$\frac{E_1^2 R}{L_1^2 \omega_1^2} = w_1$$

et la valeur de l'inductance extérieure L_2 de la formule

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{C(L_1 + L_2)}}$$

L'auteur, après quelques applications numériques, indique un procédé graphique pour étudier le fonctionnement des triodes générateurs d'oscillations. — J.

MESURE

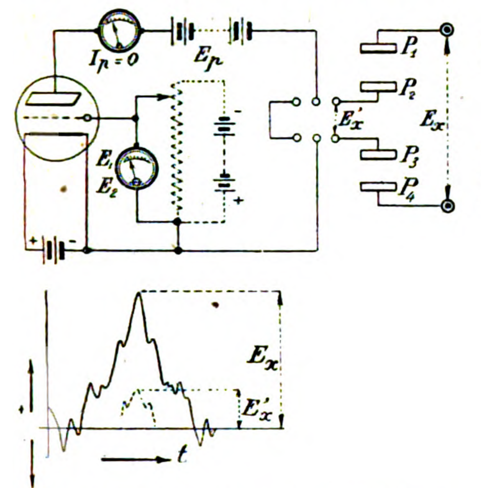
Une méthode pour déterminer des maximas très élevés d'une tension de fréquence quelconque ; August HUND. *Jahrbuch der drahtlosen*, mai 1923, Band 21, Heft 5. — La méthode est basée sur le fait qu'une variation dans la tension appliquée à la plaque d'une lampe à 3 électrodes

peut être équilibrée par une tension déterminée intercalée entre la grille et le filament, quant aux effets produits sur le courant de plaque. Cette tension à appliquer à la grille est d'autant plus faible que le facteur d'amplification K_A est plus grand.

Le montage employé est représenté par la figure 1.

E'_x est le maximum de tension à mesurer ; E'_n n'est d'ailleurs qu'une partie de la tension E'_x, cette dernière ayant été divisée par l'intermédiaire des plateaux P_1, P_2, P_3, P_4.

Cette tension E'_x est introduite dans le circuit de plaque et le curseur du



potentiomètre est manœuvré jusqu'à ce que le courant plaque I_p disparaisse ; à cet instant précis, le voltmètre placé aux bornes du potentiomètre nous fournit la valeur de la tension de grille $E = E_x$

Après avoir enlevé le cavalier plaçant E'_x en circuit, le circuit de plaque est court-circuité, la tension E_p étant seule appliquée à la plaque ; la manœuvre du potentiomètre jusqu'à l'annulation de I_p nous donne :

$$E = E_1.$$

La tension à déterminer $E_x = k\,E'_x$ est alors fournie pour la formule

$$E_x = k\,E_p\left(\frac{E_2}{E_1} - 1\right)$$

la méthode est indépendante de la fréquence.

P_1, P_2, P_3, P_4 sont des disques métalliques formant condensateurs ; la tension à mesurer E'_x est amenée, en manœuvrant les plateaux, à une valeur convenable.

Il est nécessaire que les distances P_1, P_2 et P_3, P_4 soient égales ; pour une certaine position des plateaux $E_x = k\,E'_x$.

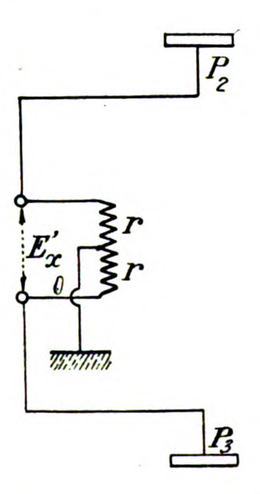
Ce rapport k est mesuré en prenant le rapport des valeurs efficaces des tensions E_x et E'_x.

La théorie de la méthode est la suivante :

Quand le circuit plaque est court-circuité, à l'instant où le courant de plaque s'annule, on a la relation :

$$I_p = K\,(E_p + k_A\,E_1 + m)^q = 0 \qquad (1)$$

équation valable pour toutes les lampes, q peut prendre une valeur quelconque, et dépend de la rapidité



d'apparition du courant électronique.

Quand la tension E'_x est appliquée à la plaque, la disparition du courant de plaque nous fournit l'équation.

$$K\,(E + E'_n + k_A\,E_2 + m)^q = 0. \qquad (2)$$

Les équations (1) et (2) donnent :

$$E'_x = K_A\,(E_2 - E_2) = \frac{E_p}{E_1}\,(E_2 - E_1)$$

d'où :

$$E_x = k E_p \left(\frac{E_2}{E_1} - 1\right).$$

Une variation quelconque de la constante k viendra fausser les mesures; il faut donc empêcher tout déplaçement possible du point neutre de E'$_n$, l'auteur indique le montage de la figure 2 en plaçant en parallèle sur les bornes où on prend E'$_n$ une grande résistance purement ohmique 2 γ dont le milieu est mis à la terre. — H. D'HOMBRES.

RÉCEPTION

Récents perfectionnements dans les triodes récepteurs à vide élevé. (Radiations modèle U V 199 et U V 201 B); J. C. WARNER. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, t. II, n° 6, décembre 1923, pp. 587-598. — Ces deux triodes utilisent une nouvelle espèce de filament dénommé + 4 '[1]. Ce filament quoique fonctionnant à température plus basse que le tungstène pur donne une plus grande émission électronique.

La radiation U V 199 fonctionne avec 3 volts aux bornes du filament en consommant 0,06 ampère. Pour l'utiliser comme détecteur, il convient de porter la plaque à 40 volts, la grille étant réunie au positif du filament. Comme amplificateur on peut l'utiliser avec 40 volts à la plaque en rendant la grille négative pour l'utilisation de la chute de tension dans le rhéostat de chauffage. Sur les hauts-parleurs il convient de mettre 80 volts sur la plaque et de porter la grille à — 4,5 volts.

La radiation modèle U V 201 A nécessite un courant de chauffage de 0,25 ampère sous 5 volts.

La tension plaque peut varier de 40 à 120 volts, la grille étant négative par rapport au filament (— 7,5 à — 9 volts).

L'avantage de ces triodes dans lesquels le filament fonctionne à température peu élevée est : 1° une longue durée; 2° l'absence complète de crépitements. — JOUAUST.

1. Filament au thorium.

Etude de l'affaiblissement des signaux radiotélégraphiques; J. H. DELLINGER, L. E. WHITTEMORE et S. KRUSE. *Journal of the Franklin Institute*, t. 196, n° 6, décembre 1923, pp. 823-824. — Le Bureau of Standards a poursuivi en 1920 et 1921 avec le concours de l'American Radio Relay League des recherches sur les affaiblissements des signaux des stations radiotélégraphiques. Pendant certaines nuits, une dizaine de stations transmettaient successivement. Une centaine de stations réparties dans le nord-est des Etats-Unis écoutèrent ces transmissions.

Il a été constaté que certaines stations recevaient normalement pendant qu'un fort affaiblissement se manifestait dans d'autres.

Il semble que les affaiblissements se manifestent surtout lorsqu'il y a une nébulosité générale entre le poste transmetteur et le poste récepteur.

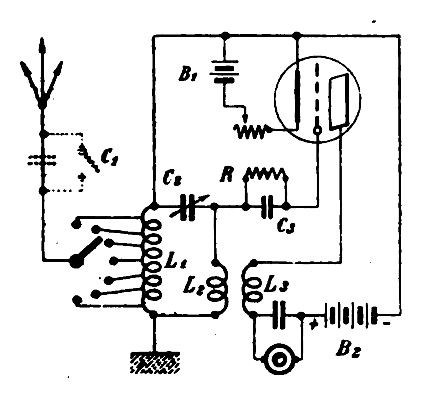
Les auteurs cherchent à expliquer ces phénomènes par des considérations sur la couche d'Heaviside. — JOUAUST.

MONTAGES ET TOURS DE MAIN

Réception à une seule lampe. — La réception des postes anglais est maintenant une des recherches les plus passionnantes pour les amateurs déjà familiarisés depuis quelque temps avec la télégraphie sans fil et lassés de n'entendre que les postes puissants et proches.

Au premier abord cette recherche ne va pas sans difficultés. Au delà d'une certaine distance, et à Paris en particulier où les antennes de réception sont le plus souvent de dimensions réduites et où les brouillages sont nombreux, l'obtention d'une bonne réception est réellement difficile.

Aussi voit-on, en raison de cette difficulté même, la plus grande partie des amateurs se lancer dans la construction d'amplificateurs à grand nombre d'étages pour augmenter l'intensité et à plusieurs circuits accordés pour accroître la sélection.



Ce sont bien là, en effet, deux procédés qui semblent devoir donner la solution du problème. Mais n'oubliez pas qu'il s'agit d'ondes relativement courtes pour lesquelles les capacités parasites des lampes et des connexions jouent déjà un rôle important. Et n'est-il pas imprudent de vouloir réaliser un poste à 5 ou 6 lampes quand on ne sait pas bien se servir d'une seule lampe? Une seule lampe « autodyne » soigneusement montée est capable, le plus souvent, de donner des résultats remarquables. Ce n'est que quand on a tiré tout le parti possible de cette lampe unique qu'il est logique d'augmenter progressivement le nombre d'étages amplificateurs. Faites donc cet essai : prenez une lampe normale chauffée à 4 volts. Montez-la suivant le schéma classique d'autodyne et, après avoir choisi de bons éléments : capacité et résistance de détection de 0,05/1000 et de 4 Ω, casque de 2000 ω shunté par une capacité de 2/1000, portez tout votre soin sur la réaction. L'accrochage doit se produire très franchement et se reconnaît par un léger « toc » au téléphone. Essayez plusieurs selfs de réaction et retenez celle qui vous donne l'accrochage le plus souple. Il faut évidemment disposer d'un système pratique de couplage entre les selfs du circuit récepteur et de réaction.

Il serait bien étonnant, dans ces conditions, que vous n'entendiez pas au moins l'onde porteuse des postes anglais, même avec une petite antenne.

M. de Marsac nous écrit qu'il reçoit à Cannes sur antenne en T à 2 brins de 22 mètres et avec une seule lampe, tous les concerts français, anglais et belges et même quelques postes américains!

Et ne croyez pas que les réceptions ainsi obtenues soient d'une intensité ridiculement faible : un autre amateur, M. Robert Helleu, nous communique le schéma de son montage, que nous publions ci-dessous, avec lequel il reçoit à Paris sur une antenne de 55

mètres, les P. T. T. en haut parleur. C'est, comme on le voit, le montage tout à fait classique que nous préconisions tout à l'heure avec couplage « Oudin » entre l'antenne et le secondaire.

Du reste si la réception est pure sur une seule lampe, il suffit d'ajouter un ou deux étages à basse fréquence derrière l'autodyne pour obtenir du haut parleur d'intensité moyenne et par conséquent agréable.

Essayez donc ce que vous donne une autodyne bien montée et vous serez peut-être étonné des résultats obtenus.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

A propos de l'alimentation en alternatif. — Nous avons reçu la lettre suivante :

« Monsieur le rédacteur en chef,

« Je remarque dans le numéro de décembre 1923 de *l'Onde Électrique*, l'article de M. Clavier intitulé : « Le problème de l'alimentation des postes récepteurs par le courant alternatif. »

« L'auteur décrit, en me citant, le dispositif, figure 1, à débits plaque compensés, que j'ai fait breveter en 1915, pour l'alimentation du circuit plaque-filament des lampes à trois électrodes sous tension alternative; mais, au moment de décrire le même dispositif avec le chauffage des filaments en alternatif, figure 2, l'auteur ne signale plus de nom d'inventeur. Je me permets de rappeler que ce dispositif, d'ailleurs identique en principe, est expressément rappelé dans mon brevet de perfectionnement n° 568.083 du 19 septembre 1922.

« J'ai parlé, pour la première fois, du chauffage des filaments en alternatif dans mon brevet n° 502.476 de 1915 et dans l'addition du 6 janvier 1916 n° 22.178 à mon brevet n° 508.928.

« Les discussions de priorité sont toujours un peu déplaisantes. Cependant, j'ai remarqué, d'autre part, que si des erreurs se glissent sans protestation, à l'origine, dans la littérature, elles deviennent ensuite difficiles à combattre lorsque le succès industriel est acquis.

« Veuillez, etc...

Marius LATOUR.

Reprise des émissions des ondes de 45 mètres — O. C. 45. *Nous recevons communication de la lettre suivante, adressée individuellement aux quelques amateurs qui ont bien voulu prendre part aux essais sur les ondes de 45 mètres.*

La Radiotélégraphie militaire a l'intention de continuer ses études sur la propagation des ondes de 45 mètres et serait très heureuse si vous vouliez bien lui prêter votre concours.

Des émissions seront faites à partir du 18 janvier dans les conditions suivantes :

Les mardis, mercredis et vendredis de chaque semaine, émissions de 15 h à 16 h et de 20 h 15 à 20 h 45.

Premières émissions : vendredi 18 janvier.

Les émissions seront faites sous la forme suivante :

Quelques V V V — OC45 — OC45 — un signal caractéristique de l'émission, un texte en clair différant d'une émission à l'autre et transmis très lentement en répétant chaque mot — rappel du signal caractéristique de l'émission — OC45, OC45 —

Le signal caractéristique de l'émission sera constitué par l'une ou l'autre des deux séries suivantes :

« fffff » ou « hhhhh »

Voici le programme des études sur la réception des OC45 qui vous est proposé :

1° Intensité relative de l'émission à caractéristique « fffff » et de l'émission à caractéristique « hhhhh »;

2° Variation de l'intensité de réception en fonction de l'orientation d'un système collecteur directif. (Ci-joint un système collecteur directif proposé.)

La connaissance de l'état météorologique aux heures de réception sera un renseignement précieux. Il conviendrait en outre de signaler minutieusement toute variation dans la réception non attribuable au poste de réception ainsi que le montage employé.

Le Service de la Radiotélégraphie militaire fera procéder d'autre part à des émissions spéciales en vue de grouper le plus grand nombre possible d'observations simultanées.

A ce point de vue, il serait désirable que vous fassiez connaître quelles heures et quels jours vous conviendraient le mieux. Vous serez tenu au courant des émissions spéciales par lettre.

Le programme ci-dessus pourra être modifié ou étendu dans la suite. Vous en serez également prévenu.

Enfin, des émissions sur ondes de 9 mètres vont commencer incessamment, ce domaine nouveau de la télégraphie sans fil réservera aussi bien des résultats inattendus et sera certainement susceptible de vous intéresser.

Tous les renseignements désirables au sujet de la façon de recevoir ces ondes vous seront communiqués en temps utile ainsi que l'horaire des émissions et le programme des essais.

Veuillez adresser les comptes rendus de réception et toute demande de renseignements complémentaires à :

Lieutenant de vaisseau MALGOUZOU.
51 *bis*, boulevard de la Tour-Maubourg,
Paris.

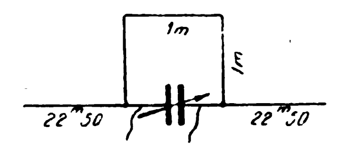
Système collecteur directif pour OC45. — On peut constituer un excellent système collecteur directif comme il suit :

Un cadre à une spire de 1 m de côté peut être accordé sur 45 m au moyen d'un condensateur à air comportant trois lames.

Des bornes du condensateur partent deux antennes horizontales d'une longueur égale à une demi-longueur d'onde, soit 22 m 50. Ces antennes sont placées dans le prolongement l'une de l'autre à une hauteur du sol pouvant varier entre 1 m et 2 m.

L'appareil récepteur est branché aux bornes du condensateur d'accord du cadre.

En orientant l'ensemble cadre-antennes, on constatera des variations dans l'intensité de réception. Le maximum de réception correspond à une orientation dans la direction d'où proviennent les ondes.



La comparaison des intensités de réception suivant l'orientation du système collecteur pourra être faite au téléphone shunté, et l'on pourra établir un diagramme polaire de ces intensités en fonction de l'orientation.

Avis commercial.

Les fabricants français de matériel de T. S. F. ont tout intérêt à envoyer leurs prix-courants, catalogues et conditions à la Chambre de commerce Franco-Norvégienne, Toldbodgaten 20, Christiania, qui a reçu dernièrement des demandes de plusieurs bonnes maisons norvégiennes tenant ces articles et désireuses d'importer du matériel français de T. S. F.

Distinction honorifique.

Nous apprenons avec plaisir que notre confrère de la presse technique, M. Philippe Marot, directeur de *Radioélectricité* et ancien secrétaire général de la revue *Omnia* d'avant guerre, déjà titulaire de la Croix de Guerre, vient d'être promu au grade de Chevalier de la Légion d'honneur.

SOCIETÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Assemblées générales extraordinaires du 27 novembre et du 26 décembre 1923.

Ces assemblées générales avaient pour but d'apporter aux statuts quelques modifications en vue de simplifier les formalités de recrutement des membres, de faciliter les opérations de vote et, enfin, de corriger une erreur de rédaction.

Le quorum exigé par les anciens statuts n'ayant pas été atteint lors de l'assemblée du 27 novembre, il a été nécessaire de provoquer une nouvelle réunion qui s'est tenue le 26 décembre.

Les modifications suivantes ont été adoptées par 48 voix sur 55 votants :

MODIFICATIONS AUX STATUTS

Art. II

Ancienne rédaction	*Nouvelle rédaction adoptée*
. . . .	. . . .
Pour devenir membre titulaire de la Société, il faut : 1° Adresser au Président une demande écrite appuyée par **deux** membres de la Société; 2° Être agréé par le Bureau de la Société; 3° Etre élu en séance de la Société par la majorité des voix.	Pour devenir membre titulaire de la Société, il faut : 1° Adresser au Président une demande écrite appuyée par **un** membre de la Société; 2° Être agréé par le Bureau de la Société; 3° (Ce numéro est supprimé.)
. . . .	. . . .
Les personnes âgées de **vingt-cinq ans** au plus, en cours d'études ou de préparation professionnelle, peuvent être admises à faire partie de la Société en qualité de membres associés	Les personnes âgées de **vingt et un ans** au plus, en cours d'études ou de préparation professionnelle, peuvent être admises à faire partie de la Société en qualité de membres associés (1) . . . .

Art. IV

Ancienne rédaction	*Nouvelle rédaction adoptée*
Le Bureau est nommé par l'Assemblée Générale à la majorité des membres présents à la séance d'élection. Les Membres d'honneur peuvent faire partie du Bureau. Le Président est nommé un an d'avance; dès sa nomination il prend part avec voix délibérative aux travaux du Bureau en fonction.	Le Bureau est nommé par l'Assemblée Générale à la majorité des votants. Le Président est nommé un an d'avance. Les anciens Présidents, le Président nommé pour l'exercice suivant, les Membres d'honneur prennent part aux travaux du Bureau avec voix délibérative.
. . . .	. . . .
Tous les membres de la Société sont invités à participer à cette élection annuelle, soit par dépôt direct de leur vote, soit par correspondance.	Tous les membres de la Société sont invités à participer à ces élections annuelles, soit par dépôt direct de leur vote, soit par correspondance.

(1) Cette modification n'aura pas d'effet rétroactif.

Art. VIII

. . . . Le Trésorier paie les dépenses et le dépôt des valeurs.	. . . . Le Trésorier paie les dépenses et a le dépôt des valeurs. . . . .

Art. XIII

L'Assemblée doit se composer du quart au moins des membres en exercice. Si cette proportion n'est pas atteinte, l'Assemblée est convoquée de nouveau, mais à quinze jours au moins d'intervalle et, cette fois, elle peut valablement délibérer, quel que soit le nombre des membres présents. Dans tous les cas, les statuts ne peuvent être modifiés qu'à la majorité des deux tiers des membres présents.	Les résultats du vote sont acquis à la majorité des votants. Le vote par correspondance est admis.

COMITÉ INTERSOCIÉTA'RE

Procès-verbal de la réunion du 21 décembre.

1° Le Sous-Secrétariat des P. T. T. ayant accepté que la Commission interministérielle comporte trois représentants des Amateurs, les trois Sociétés ont désigné comme délégués : M. le commandant Jullien pour la S. A. T. S. F., Me Cartault pour la S. F. E. T. S. F., M. Givelet pour le R. C. F. Leurs noms seront transmis au Sous-Secrétariat par le secrétaire du C. I. S.

2° Lecture est donnée des lettres de MM. Deloy et H.-P. Maxim relatives à l'organisation d'un Congrès international et d'une ligue internationale d'amateurs. M. Roussel fait remarquer qu'il serait intéressant de faire coïncider le Congrès projeté avec une exposition d'appareils étrangers qui doit être organisée en octobre 1924 par M. Delaunay.

Le Comité décide de confier à une Commission l'examen de ce projet. La Commission comprendra : MM. Clavier, Quinet, Roussel et, sous réserve de leur acceptation, qui leur sera demandée par le secrétaire-trésorier : Dr Corret, Deloy, Hemardinquer, Waddington, Lardry, Louis, Hervé-Guyer, Contant.

3° Me Cartault a reçu du « Cercle d'études Radio » et du « Radio-Club de Belgique » l'assurance que les amateurs français n'étaient pas soumis en Belgique à un traitement exceptionnel. Si l'autorisation d'émettre leur est refusée, c'est qu'elle n'est donnée à personne. Une nouvelle réglementation interviendra à ce sujet.

4° Le Comité a déjà admis le principe d'un vœu pour l'épuration du vocabulaire technique.

La Société des Amis de la T. S. F. et le Radio-Club ont établi deux listes d'expressions à proscrire; ces listes seront complétées en

SOCIETÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Assemblées générales extraordinaires du 27 novembre et du 26 décembre 1923.

Ces assemblées générales avaient pour but d'apporter aux statuts quelques modifications en vue de simplifier les formalités de recrutement des membres, de faciliter les opérations de vote et, enfin, de corriger une erreur de rédaction.

Le quorum exigé par les anciens statuts n'ayant pas été atteint lors de l'assemblée du 27 novembre, il a été nécessaire de provoquer une nouvelle réunion qui s'est tenue le 26 décembre.

Les modifications suivantes ont été adoptées par 48 voix sur 55 votants :

MODIFICATIONS AUX STATUTS

Ancienne rédaction —	*Nouvelle rédaction adoptée* —
Art. II	**Art. II**
. . . .	. . . .
Pour devenir membre titulaire de la Société, il faut :	Pour devenir membre titulaire de la Société, il faut :
1° Adresser au Président une demande écrite appuyée par **deux** membres de la Société;	1° Adresser au Président une demande écrite appuyée par **un** membre de la Société;
2° Être agréé par le Bureau de la Société;	2° Être agréé par le Bureau de la Société;
3° Etre élu en séance de la Société par la majorité des voix.	3° (Ce numéro est supprimé.)
. . . .	. . . .
Les personnes âgées de **vingt-cinq ans** au plus, en cours d'études ou de préparation professionnelle, peuvent être admises à faire partie de la Société en qualité de membres associés	Les personnes âgées de **vingt et un ans** au plus, en cours d'études ou de préparation professionnelle, peuvent être admises à faire partie de la Société en qualité de membres associés [1] . . . .
Art. IV	**Art. IV**
Le Bureau est nommé par l'Assemblée Générale à la majorité des membres présents à la séance d'élection.	Le Bureau est nommé par l'Assemblée Générale à la majorité des votants.
Les Membres d'honneur peuvent faire partie du Bureau.	Le Président est nommé un an d'avance.
Le Président est nommé un an d'avance; dès sa nomination il prend part avec voix délibérative aux travaux du Bureau en fonction.	Les anciens Présidents, le Président nommé pour l'exercice suivant, les Membres d'honneur prennent part aux travaux du Bureau avec voix délibérative.
. . . .	. . . .
Tous les membres de la Société sont invités à participer à cette élection annuelle, soit par dépôt direct de leur vote, soit par correspondance.	Tous les membres de la Société sont invités à participer à ces élections annuelles, soit par dépôt direct de leur vote, soit par correspondance.

[1] Cette modification n'aura pas d'effet rétroactif.

Art. VIII

. . . . Le Trésorier paie les dépenses et le dépôt des valeurs.	. . . . Le Trésorier paie les dépenses et a le dépôt des valeurs. . . . .

Art. XIII

L'Assemblée doit se composer du quart au moins des membres en exercice. Si cette proportion n'est pas atteinte, l'Assemblée est convoquée de nouveau, mais à quinze jours au moins d'intervalle et, cette fois, elle peut valablement délibérer, quel que soit le nombre des membres présents. Dans tous les cas, les statuts ne peuvent être modifiés qu'à la majorité des deux tiers des membres présents.	Les résultats du vote sont acquis à la majorité des votants. Le vote par correspondance est admis.

COMITÉ INTERSOCIÉTA'RE

Procès-verbal de la réunion du 21 décembre.

1° Le Sous-Secrétariat des P. T. T. ayant accepté que la Commission interministérielle comporte trois représentants des Amateurs, les trois Sociétés ont désigné comme délégués : M. le commandant Jullien pour la S. A. T. S. F., Me Cartault pour la S. F. E. T. S. F., M. Givelet pour le R. C. F. Leurs noms seront transmis au Sous-Secrétariat par le secrétaire du C. I. S.

2° Lecture est donnée des lettres de MM. Deloy et H.-P. Maxim relatives à l'organisation d'un Congrès international et d'une ligue internationale d'amateurs. M. Roussel fait remarquer qu'il serait intéressant de faire coïncider le Congrès projeté avec une exposition d'appareils étrangers qui doit être organisée en octobre 1924 par M. Delaunay.

Le Comité décide de confier à une Commission l'examen de ce projet. La Commission comprendra : MM. Clavier, Quinet, Roussel et, sous réserve de leur acceptation, qui leur sera demandée par le secrétaire-trésorier : Dr Corret, Deloy, Hemardinquer, Waddington, Lardry, Louis, Hervé-Guyer, Contant.

3° Me Cartault a reçu du « Cercle d'études Radio » et du « Radio-Club de Belgique » l'assurance que les amateurs français n'étaient pas soumis en Belgique à un traitement exceptionnel. Si l'autorisation d'émettre leur est refusée, c'est qu'elle n'est donnée à personne. Une nouvelle réglementation interviendra à ce sujet.

4° Le Comité a déjà admis le principe d'un vœu pour l'épuration du vocabulaire technique.

La Société des Amis de la T. S. F. et le Radio-Club ont établi deux listes d'expressions à proscrire; ces listes seront complétées en

tenant compte des délibérations de l'U. R. S. I. Des exemplaires seront envoyés par le secrétaire aux trois sociétés afin qu'elles puissent les examiner à loisir. On pourra, comme le fait la R. G. E., demander aux auteurs écrivant dans les revues des trois Sociétés, de se conformer à la terminologie adoptée.

UNION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

Comité français

L'Union internationale de Radiotélégraphie scientifique et le Comité français de Radiotélégraphie scientifique poursuivent depuis plusieurs années des observations sur les phénomènes d'affaiblissement (fading) qui se produisent dans les transmissions de télégraphie sans fil.

Certains faits laissent supposer que ces phénomènes d'affaiblissement sont purement locaux.

Pour arriver à une certitude, de nombreuses observations en divers points seraient nécessaires et le Comité a pensé qu'il pourrait les faire réaliser en faisant appel au concours des amateurs.

Le programme serait le suivant : Une fois par semaine, dans la nuit du samedi au dimanche, des écoutes pourraient être faites sur les postes radiotéléphoniques américains qui transmettent de 2 à 4 heures du matin. Les observateurs noteraient sur une montre, réglée sur les signaux horaires de 10 h 45 de FL, l'heure exacte à laquelle ils ont noté un affaiblissement important de la transmission.

Cette étude pourrait être complétée par des observations journalières faites sur les postes de radio-diffusion anglais et sur les concerts des P. T. T. On recommande particulièrement des écoutes sur le poste de Londres ($\lambda = 365$ m) qui transmet à 11 h 30, 15 h 30, 17 h, 19 h et 21 h.

Les amateurs qui voudraient bien participer à ce travail d'ensemble sont priés de communiquer mensuellement leurs résultats à M. Waddington, président de la Commission de liaison entre les amateurs et le Comité français de Radiotélégraphie scientifique, Vert-en-Drouais (Eure-et-Loir). Le Comité de liaison se tient du reste à la disposition de tous ceux qui voudraient participer à ces recherches pour leur fournir tous les renseignements nécessaires.

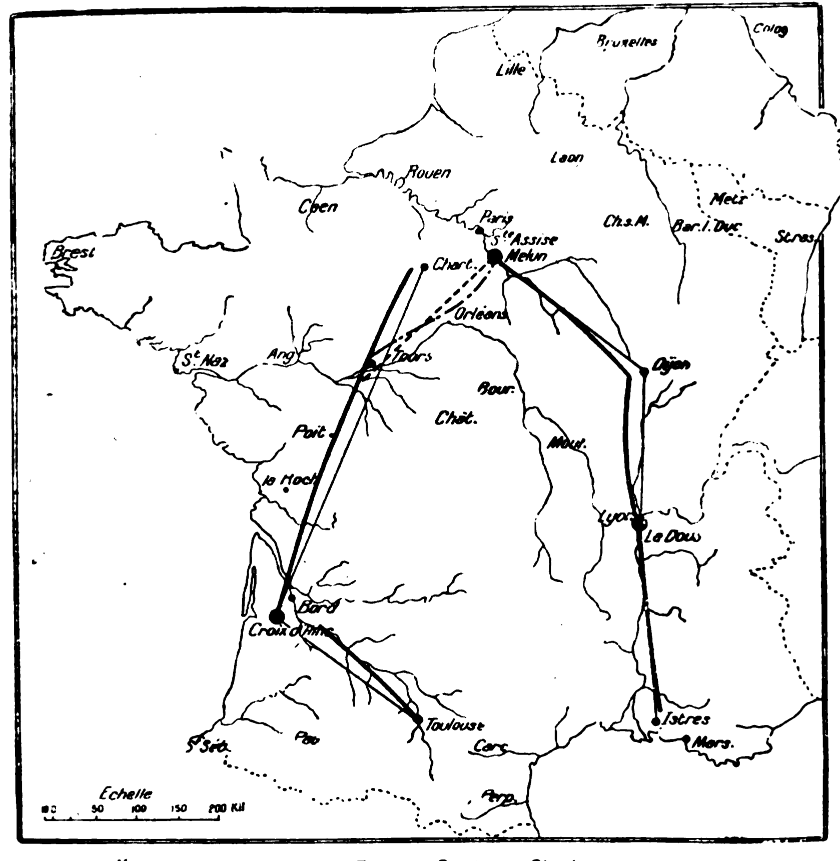
Le secrétaire général du Comité français de Radiotélégraphie scientifique,
Signé : R. JOUAUST.

[illegible], L. SEITZ & Cie, imp., 17, villa d'Alésia, PARIS-14e — *L'éditeur-gérant :* ETIENNE CHIRON.

MESURES RADIOGONIOMÉTRIQUES EN AVION

Par le Commandant FRANCK (¹)

En vue de déterminer la possibilité de se servir de la radiogoniométrie comme moyen de navigation, le Service technique de l'Aéro-



Voyage. Melun_Lyon_Istres_Toulouse_Bordeaux_Chartres.
" : Melun_Tours (aller)
" : __ d° __ (retour)

Fig. 1.

nautique a monté un radiogoniomètre à bord d'un avion Goliath et a entrepris avec cet avion, divers voyages au cours desquels la navigation se faisait sans regarder le sol, en utilisant seulement des

(¹) Communication faite à la Société des Amis de la T. S. F. le 23 janvier 1924.

radiophares. La carte ci-jointe (fig. 1), qui marque les itinéraires suivis, montre que les résultats obtenus ont été bons.

Mais, en dehors des indications qu'on a tiré de ces expériences au point de vue navigation, des observations très intéressantes ont été faites au point de vue télégraphie sans fil. On les a déduites de l'étude détaillée de toutes les erreurs commises au cours des mesures. Ce sont ces observations qui seront présentées ici.

Le radiogoniomètre monté à bord de l'avion consistait en un cadre tournant sur lequel était monté une boîte de résonance à

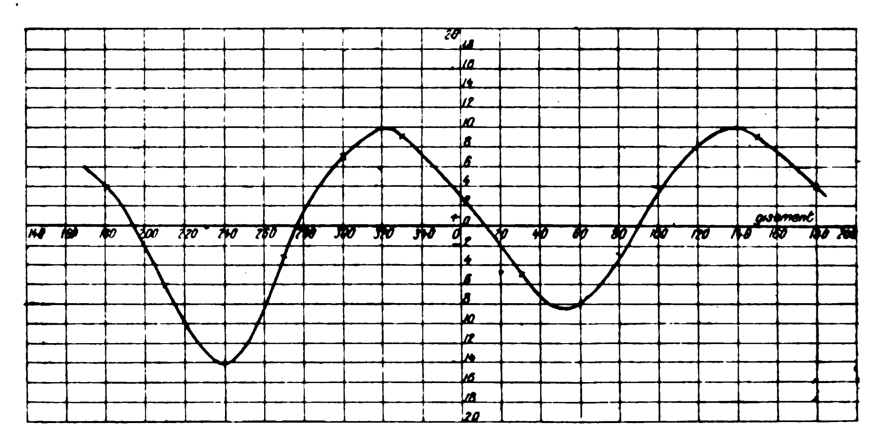


Fig. 2. — Courbe des déviations dues à l'avion.

enroulements symétriques. L'amplification était obtenue à l'aide d'un amplificateur Z_1 suivi d'un amplificateur à résonance basse fréquence de la S. F. R.

Les mesures étaient faites en notant l'angle du cadre avec l'axe de l'avion. En y ajoutant le cap tenu par l'avion au moment de la mesure, on avait le relèvement du radiophare.

Les radiophares utilisés étaient les stations de Sainte-Assise, la Doua et Croix-d'Hins.

Le premier résultat important obtenu est que les lectures ont été toujours d'une précision remarquable. L'écart entre deux mesures effectives en tournant le cadre de 180 degrés était souvent nul, atteignait parfois 1 degré, rarement 2 degrés.

Mais, si les erreurs dues aux mesures radiogoniométriques étaient insignifiantes, une série d'autres erreurs venaient s'ajouter à elles et les aggraver. Celles qu'on a mis le plus nettement en évidence sont les erreurs dues aux masses métalliques de l'avion. Elles sont assez importantes et peuvent être représentées par la courbe quadrantale

ci-jointe (fig. 2). Cette courbe a été obtenue, l'avion étant à terre. On a vérifié qu'elle était sensiblement la même en l'air.

Ces erreurs systématiques peuvent être facilement éliminées : il suffit d'en corriger toutes les mesures. Si l'on corrige ainsi les cent vingt mesures qui ont été faites au cours du voyage, il reste des erreurs dont l'ordre de grandeur est le suivant :

8,2 °/₀ sont nulles ;
60 °/₀ sont inférieures à 5 degrés ;
24,6 °/₀ sont inférieures à 10 degrés.
7,2 °/₀ sont égales ou supérieures à 10 degrés.

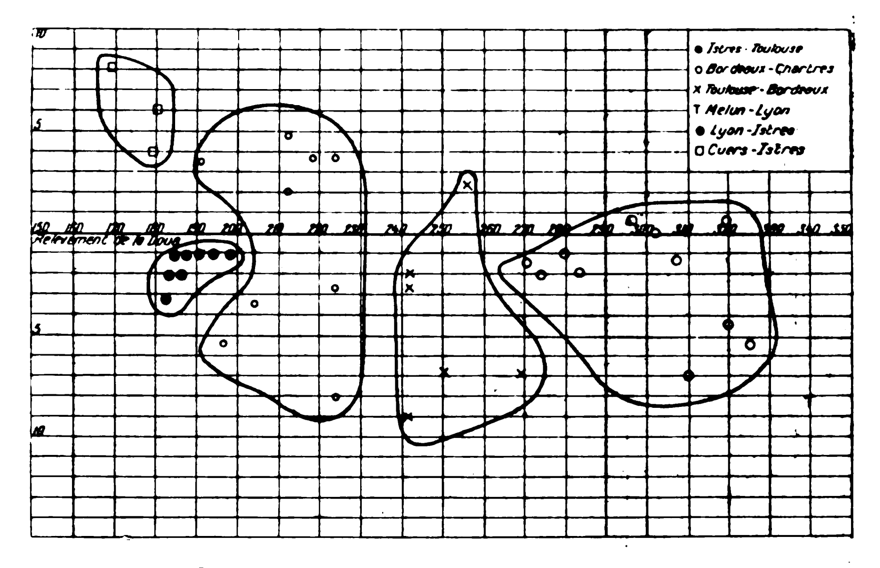


Fig. 3. — Déviations des relèvements du poste de Lyon.

Il semblerait donc qu'on commet des erreurs accidentelles assez importantes.

Pour les étudier, on les a groupées par radiophare, et on a établi, pour chacun, un graphique des erreurs commises dans les relèvements effectués sur lui, en fonction de l'azimut de ce relèvement.

Sur ces graphiques, on a distingué par une notation différente les résultats des mesures faites au cours des différents voyages.

Une première particularité apparaît quand on les examine : toutes les mesures faites au cours d'un même voyage sont groupées. Les erreurs s'écartent rarement de plus de 5 degrés d'une erreur moyenne, qui change à chaque voyage.

Ce résultat semble indiquer que, pour chaque voyage, toutes les

erreurs sont la somme d'une erreur systématique et d'une erreur accidentelle inférieure à 5 degrés.

Que peut être cette erreur systématique? Tient-elle au radiophare? Ne serait-elle pas le résultat de l'effet directif des antennes émettrices?

Cette dernière hypothèse est séduisante. Le graphique obtenu

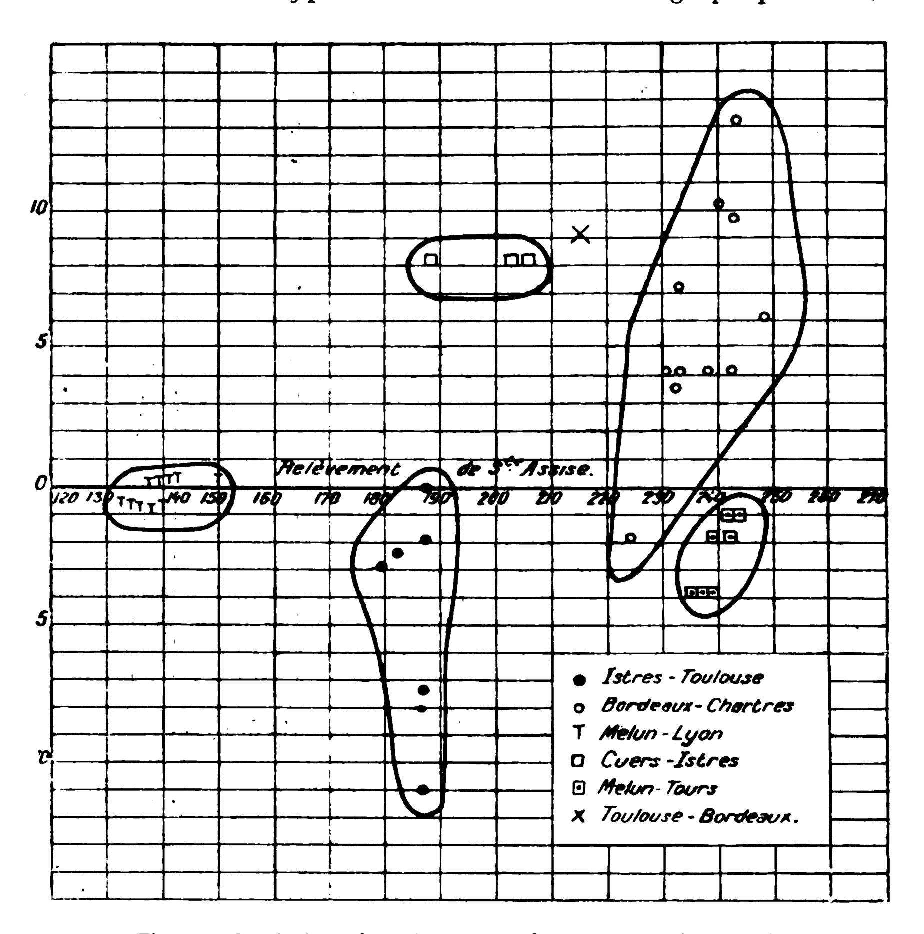


Fig. 4. — Déviations des relèvements du poste de Sainte-Assise.

avec les mesures faites sur la Doua la vérifierait assez bien. Si l'on traçait la courbe passant par les points moyens des zones de la figure 3, elle couperait l'axe des azimuts vers 200 degrés, ce qui doit être assez voisin de la direction de l'antenne.

Sur Sainte-Assise, l'erreur systématique serait nulle vers 130-150 degrés. L'azimut de l'antenne est précisément de 130 degrés.

Il est vrai qu'une anomalie se présente sur le même poste : l'erreur moyenne des voyages Cuers-Istres et Istres-Toulouse est très différente pour des azimuts assez voisins. On peut attribuer cela à la nature très différente des régions parcourues.

La même anomalie se retrouve d'ailleurs pour le poste de Croix-d'Hins et pourrait être attribuée aux mêmes causes.

Le peu d'étendue de l'expérimentation faite jusqu'à ce jour ne permet pas d'affirmations nettes sur cette question. Il semble bien tout de

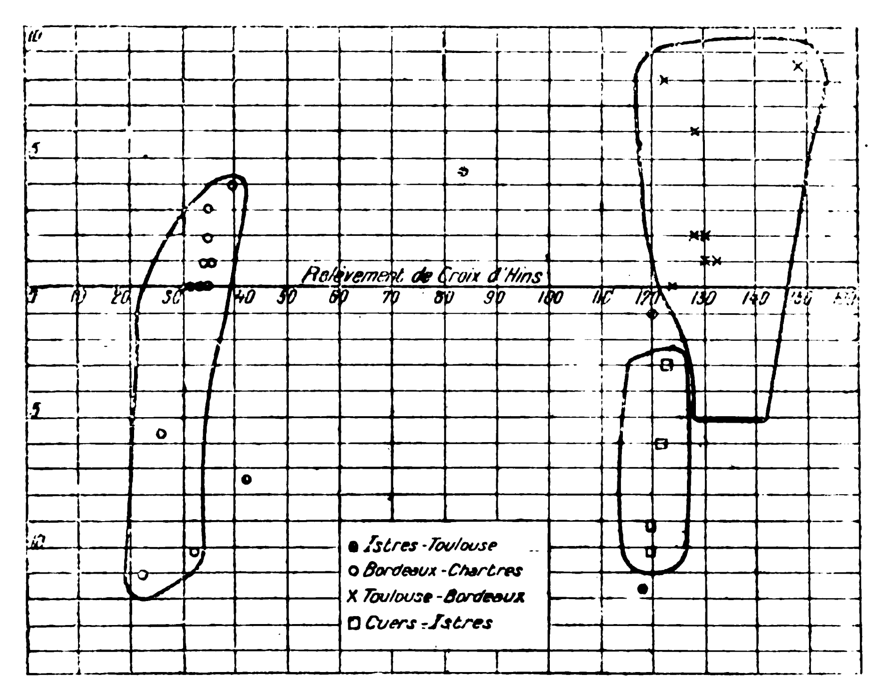


Fig. 5. — Déviations des relèvements du poste de Bordeaux.

même que les mesures faites en avion, corrigées de l'erreur quadrantale, donnent la direction du champ électromagnétique à 5 degrés près.

Ce champ électromagnétique n'est pas exactement dans la direction qu'il devrait avoir si le rayonnement des antennes était sphérique et la propagation rectiligne. Sa déviation paraît dépendre de l'effet directionnel de l'antenne émettrice et des circonstances locales.

Quand de nombreuses mesures seront faites en l'air, il sera intéressant de les centraliser et de les comparer. Peut-être sera-t-il possible d'établir ainsi la forme du champ électromagnétique autour des différents postes utilisés comme radiophares dans les différentes directions et aux différentes distances.

P. Franck.

OBSERVATIONS RADIOÉLECTRIQUES
recueillies au cours d'une campagne dans le Pacifique
Octobre 1922-Juillet 1923

par le Lieutenant de vaisseau TRANIER

I. — Itinéraire de la croisière. Conditions de l'écoute.

Le 12 octobre 1922, une division formée de deux croiseurs, le *Jules-Michelet* et le *Victor-Hugo*, quittait Brest sous le commandement de l'amiral Gilly. Cette division partait pour un voyage d'entraînement et d'étude dans l'Océan Indien et le Pacifique. La durée de la croisière ne devait pas excéder neuf mois.

Embarqué sur le *Jules-Michelet*, en qualité d'officier radiotélégraphiste, on me demanda, entre autres missions spéciales dont je fus chargé, d'observer les conditions pratiques de réception des signaux de nos grands postes dans les divers parages où nous conduisait la croisière. Il s'agissait, en quelque sorte, de reprendre, mais seulement au point de vue de l'écoute pratique, les travaux remarquables entrepris à bord de l'*Aldébaran* par M. le lieutenant de vaisseau Guierre au sujet du poste de Nantes et de faire des observations analogues pour Bordeaux. On ne me demandait pas de refaire, par des mesures aussi exactes que le permettait l'état actuel de la technique, une nouvelle vérification de la loi de décroissance du champ électrique et de comparer les résultats de l'expérience avec les nombres donnés par la formule d'Austin-Cohen. On voulait simplement se rendre compte méthodiquement de la facilité de captation des signaux, en fonction de la distance, aux différentes heures de la journée.

L'itinéraire des deux croiseurs fut le suivant :

Appareillage de Brest le 12 octobre 1922. Séjour à Bizerte du 13 au 21 octobre, à Port-Saïd du 25 au 27, à Ismaïlia le 27. Appareillage de Suez le 28, pour la traversée de la Mer Rouge. Séjour à Djibouti du 2 au 8 novembre, à Diego-Suarez du 15 au 21, à Tamatave du 22 au 27, à Saint-Paul de la Réunion du 29 novembre au 5 décembre. Appareillage le 5 décembre pour la traversée de l'Océan Indien austral. Séjour à Freemantle (Australie occidentale) du 18 au 21, à Melbourne du 27 décembre 1922 au 2 janvier 1923, à Sydney du 4 au 11 janvier.

A Sydney, la division se disloque, le *Victor-Hugo* navigue isolé-

ment par Adélaïde (15 au 21 janvier), Albany (25-29 janvier), Batavia (3-9 février), Manille (14-22 février), jusqu'à Yokohama, où les deux croiseurs se réunissent le 3 mars.

Entre temps, le *Jules-Michelet* suivait dans le Pacifique son itinéraire particulier : appareillage de Sydney le 11 janvier, séjour à Auckland du 16 au 23, à Wellington du 25 au 31, à Nouméa du 4 au 14 février. Le 14 février, le *Jules-Michelet* appareillait de Nouméa pour Yokohama, en faisant, en cours de route, des atterrissages sur les Nouvelles-Hébrides le 15 février, sur Santa-Cruz le 17, sur Ponabe (Iles Carolines) le 22, sur Agrigan (Iles Mariannes) le 26, sur Coffin (Iles Bonin) le 28, sur Hatchidjo-Shima le 2 mars ; le croiseur mouillait le 3 mars à Yokohama.

Le division appareilla de ce port le 15 mars : séjour à Kobé du 16 au 23. Traversée de la Mer intérieure du Japon le 24. Séjour à Moji du 25 au 27, à Nagasaki du 28 au 29. Arrivée aux bouches du Yang-Tsé-Kiang le 31 mars. Séjour à Shang-Haï du 1er au 10 avril, à Hong-Kong du 14 au 18, traversée de Hong-Kong à la baie d'Along en contournant par le sud l'île d'Haï-Nam. Séjour à la baie d'Along du 20 au 26 avril, à Tourane du 28 avril au 2 mai. Visité la baie de Camranh le 3 mai. Séjour à Saïgon du 4 au 11, à la Barre du Meï-Nam (Siam) du 13 au 17, à Singapour du 20 au 22.

Le 22 mai, le *Jules-Michelet* quittait l'Océan Pacifique, et rentrait en France par les escales suivantes : Colombo du 28 mai au 4 juin, Djibouti du 12 au 21, Port-Saïd du 26 juin au 1er juillet, Alexandrie du 2 au 5. La croisière se terminait à Toulon le 11 juillet 1923.

Le *Jules-Michelet* écoutait les émissions des grands postes sur son antenne principale, composée de deux prismes à quatre fils de 65 mètres de long, 1 m 50 entre chaque fil et 4 m 50 entre chaque prisme. La hauteur de l'antenne au-dessus de la mer est de 39 m 75. La descente d'antenne est constituée par deux fils pris au milieu des prismes. Le pont est à 7 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Les appareils utilisés à la réception sont : une boîte T. M. de 20000 mètres ampli 3 Ter., hétérodyne T. M. de 20000. Pour l'écoute des signaux de Bordeaux passés sur 23500 des capacités variables sont placées en dérivation avec les capacités de la boîte d'accord et de l'hétérodyne.

La notation de la force des signaux est faite par appréciation à l'oreille de l'intensité du son dans le téléphone? Il y a eu toujours deux observateurs. On prenait la moyenne de leurs appréciations qui se sont trouvées identiques dans la grande majorité des cas. Ce procédé, qui ne permet certainement pas une grande exactitude de

mesure, permettrait cependant de se rendre compte de l'allure générale du phénomène de variation de la force des signaux reçus.

La force moyenne des atmosphériques était appréciée de la même manière. Le nombre traduisant leur force était noté par comparaison avec la force du signal écouté. Leur nature : roulement, crépitement, sifflement, choc, était notée autant qu'on pouvait s'en rendre compte.

Les observations faites sur le *Victor-Hugo*, avec une réception identique et une antenne analogue, ont confirmé nos résultats.

Avec ces procédés imparfaits d'investigations, j'ai réuni quelques renseignements qui m'ont paru présenter un certain intérêt. Je les présente aujourd'hui groupés par poste émetteur.

II. — Écoute des signaux de Bordeaux.

Des considérations sur l'écoute de Bordeaux, dans les parages de l'Atlantique que nous avons traversé et en Méditerranée, ne présentant aucun intérêt, je n'ajouterai quelques mots de commentaires aux graphites joints qu'à partir de Port-Saïd.

Si nous adoptons comme échelle de notation l'échelle ordinaire :

1 s'entend à peine;
2 très faible — illisible;
3 à peine lisible;
4 faible;
5 plutôt faible;
6 convenable;
7 bon;
8 fort;
9 très fort;

les signaux de Bordeaux ont été reçus dans la Mer Rouge et la partie occidentale de l'Océan Indien avec une force à peu près constante sept, sans qu'aucun observateur ait été géné par les atmosphériques.

Entre Diego-Suarez et l'appareillage de la Réunion du 15 novembre au 5 décembre, fin du printemps austral, on note une légère diminution : à la mer 6 et 4 à 5 dans les ports. Les atmosphériques, aussi bien sur 19000 que sur 23000, sont très gênants. Ils rendent par moment la réception très difficile, jamais impossible. Leur force varie de 3 à 6, leur forme la plus générale est celle d'un roulement. Ils sont plus forts au moment du lever et du coucher du soleil.

A Tananarive, il ressort d'un grand nombre d'observations que

l'intensité de la réception de Bordeaux décroît à partir de 9 h Greenwich pour être minima vers 14 h ou 15 h Greenwich. Le maximum d'intensité se produit vers 2 ou 3 h Greenwich. Les atmosphériques atteignent leur maximum vers 13 h ou 14 h. Ils diminuent à partir de 20 h pour disparaître en général dans la nuit. Les observations ont été faites avec une réception sur cadre. Leur résumé m'a été communiqué par le chef du Service radioélectrique de la colonie. Signalons, à propos de Madagascar, un phénomène particulier : dans la baie d'Antongil, l'écoute des stations côtières du nord et du nord-ouest est très difficile. Une des explications possibles a été recherchée dans la nature géologique des montagnes avoisinantes qui contiendraient des minerais radio-actifs. Quelle qu'en soit la raison, l'existence en cette baie d'une zone de silence pour les émissions dont je viens de parler a été constatée par de nombreux observateurs.

Pendant la traversée de l'Océan Indien austral, du 5 au 18 décembre (fin du printemps), Bordeaux a été reçu de jour avec une intensité presque constante : 4 et de nuit 5. Les atmosphériques sont forts après le coucher du soleil, gardent la nuit une valeur élevée et décroissent une heure environ après le lever du soleil.

A Freemantle (18-21 décembre), pas de modification dans la force des signaux, renforcement des atmosphériques, de 4 à 6, qui rendent très difficile l'écoute sur les deux longueurs d'onde de 19000 et de 23000.

Au début de l'été austral, pendant la traversée de Freemantle à Melbourne (21-27 décembre), nous avons reçu Bordeaux avec une légère augmentation, 5 de jour et 6 de nuit, les atmosphériques varient de 3 à 6. La réception est plus facile.

Le séjour à Melbourne est marqué par une décroissance sensible de la force des signaux : 3 de jour et 5 de nuit. Les atmosphériques de toutes espèces : claquements, roulements, sifflements très violents de jour, diminuaient sensiblement la nuit. La réception de nuit est relativement facile, celle de jour impossible.

Pendant la traversée de Melbourne à Sydney, le 2 et le 3 janvier, nous notons une plus grande force des atmosphériques : de 5 à 7. La lecture des signaux est difficile la nuit, impossible le jour, avec les appareils en usage pour la croisière.

Dès l'entrée de Port-Jackson, et pendant tout notre séjour au mouillage de Sydney, nous constatons une diminution très nette dans l'intensité du son : de 3 à 4. Les atmosphériques couvrent toujours le signal : 6 à 7. Leur fréquence ne permet pas de prendre

**

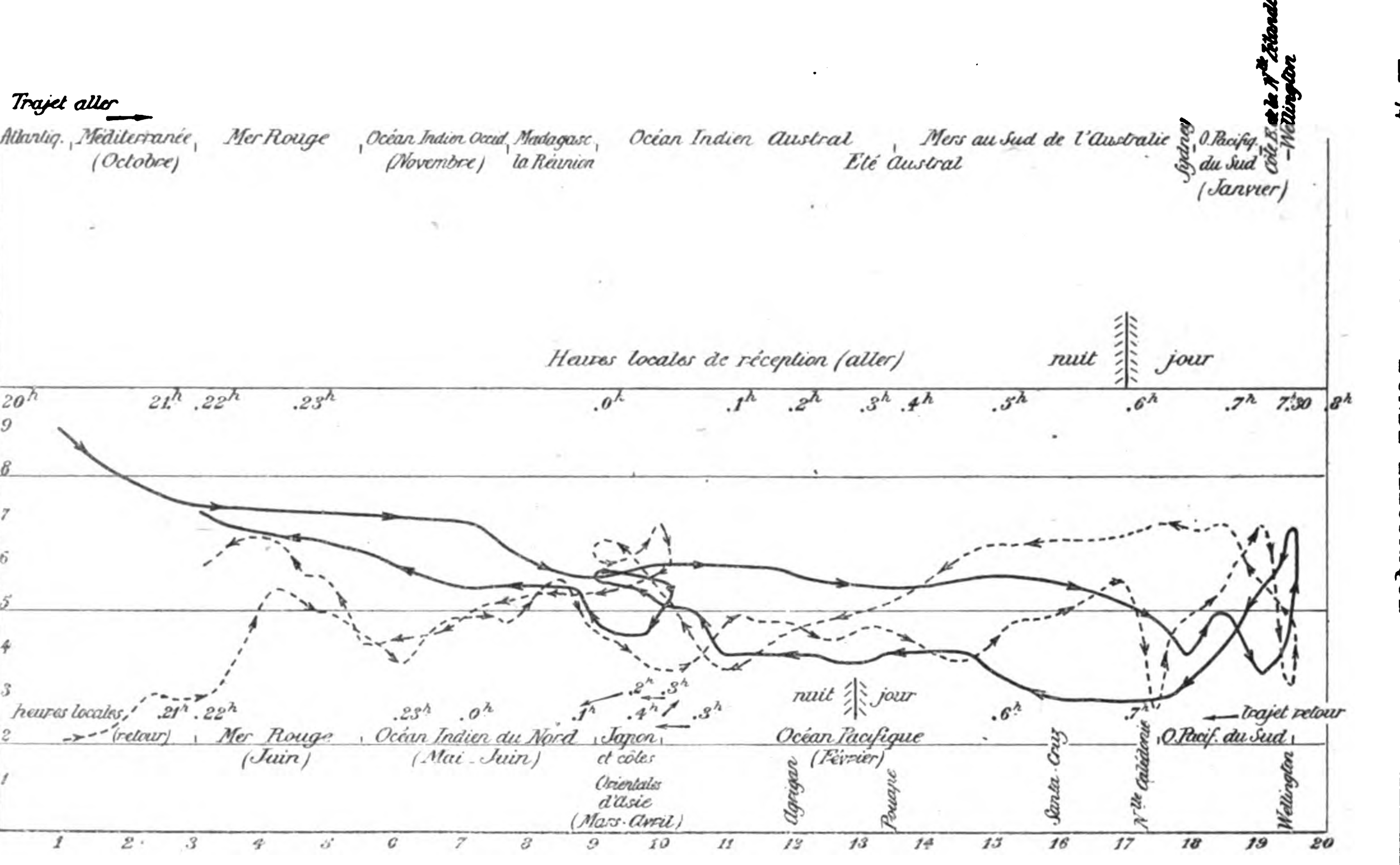


Fig. 1.

——>—— Force moyenne des signaux de Bordeaux (20k Gr) dans les pays visités. ----->-- Force relative des atmosphériques.

> aller < retour

Abcisses : Distances en 1 000 kilomètres. Ordonnées : force estimée du signal.

correctement en moyenne un signe sur deux, aussi bien la nuit que le jour. Le 10 janvier, cependant, à 20 h Greenwich, c'est-à-dire à 10 h locale, un brusque affaiblissement des atmosphériques permet de recevoir correctement la presque totalité d'un communiqué de presse.

De Sydney à Auckland, les signaux sont reçus avec une grande difficulté, moindre cependant que lors du séjour au dernier mouillage. Nous évaluons la force moyenne des atmosphériques : de 5 à 6, celle des signaux : 3 le jour et 4 à 6 la nuit.

Il nous a été absolument impossible de lire les signaux au mouillage d'Auckland, du 16 au 23 janvier. Sans qu'on puisse discerner une variation diurne nette dans la force des atmosphériques, ils varient de 5 à 6, et leur fréquence est telle qu'ils ne laissent passer que de rares signaux dont la force ne dépasse pas 3 à 4. Entre Auckland et Wellington, les signaux sont reçus force 4 le 23 janvier et 5 le 24. Les atmosphériques dominent légèrement les signaux : 5 à 6.

On note au mouillage de Wellington une augmentation très sensible de la force des signaux qui passe à la valeur 7. Les messages sont parfaitement lisibles malgré les atmosphériques (4 à 6). C'est une confirmation du phénomène des antipodes noté au cours de la campagne de l'*Aldebaran*, par M. le lieutenant de vaisseau Guierre. Nous sommes ici à la surface d'une calotte sphérique de l'ordre de 700 à 800 kilomètres de rayon autour de l'antipode du poste émetteur observé où nous notons un renforcement très net de la force des signaux.

C'est vers le 2 février que nous perdons le bénéfice de ce renforcement pendant la traversée de Wellington à Nouméa. A partir de cette date, les atmosphériques rendent toute réception impossible.

A Nouméa, nous avons noté les plus mauvaises réceptions de la croisière. La force et la fréquence des atmosphériques ne permettent pas de capter utilement les signaux dont la force reste limitée de 3 à 4. Les roulements étaient la forme la plus fréquente et la plus violente à toute heure du jour et de la nuit. Ils donnaient l'impression d'un véritable bombardement. Sur les longueurs d'onde supérieures à 2 000 mètres, ils entravaient continuellement les communications. Sur des longueurs d'onde inférieures à 2 000 mètres, nous avons noté un maximum vers le milieu de la nuit, le trouble apporté aux communications étant relativement plus faible au milieu de la journée.

D'après les observations recueillies à la station côtière, on discerne dans l'île deux périodes bien distinctes : novembre-avril, période de forts atmosphériques (été austral), et mai-octobre, où l'intensité des atmosphériques diminue très sensiblement (hiver). Dans la première période, les atmosphériques sont surtout nocturnes

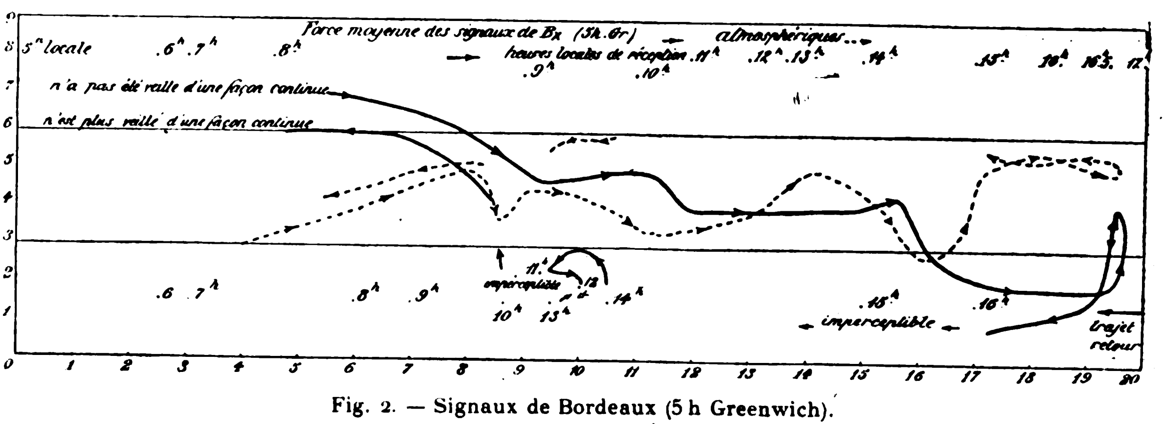


Fig. 2. — Signaux de Bordeaux (5 h Greenwich).

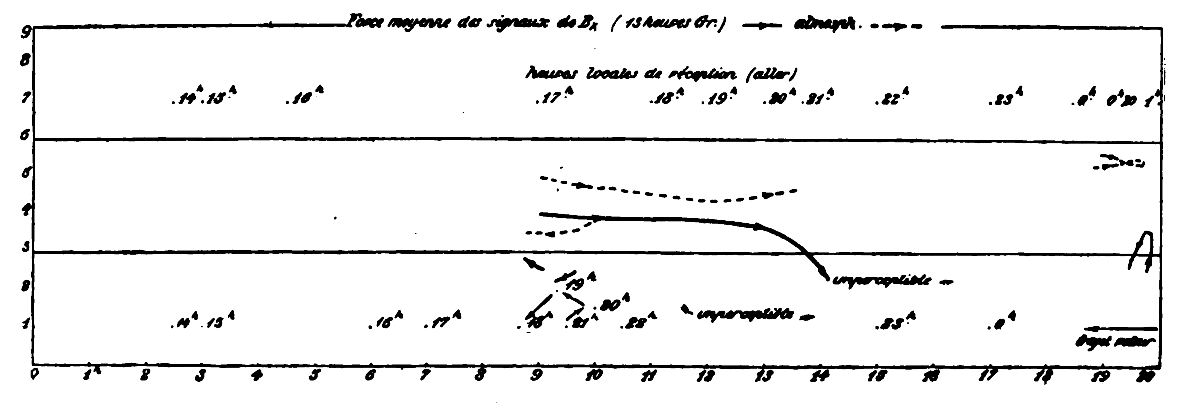


Fig. 3. — Signaux de Bordeaux (13 h Greenwich).

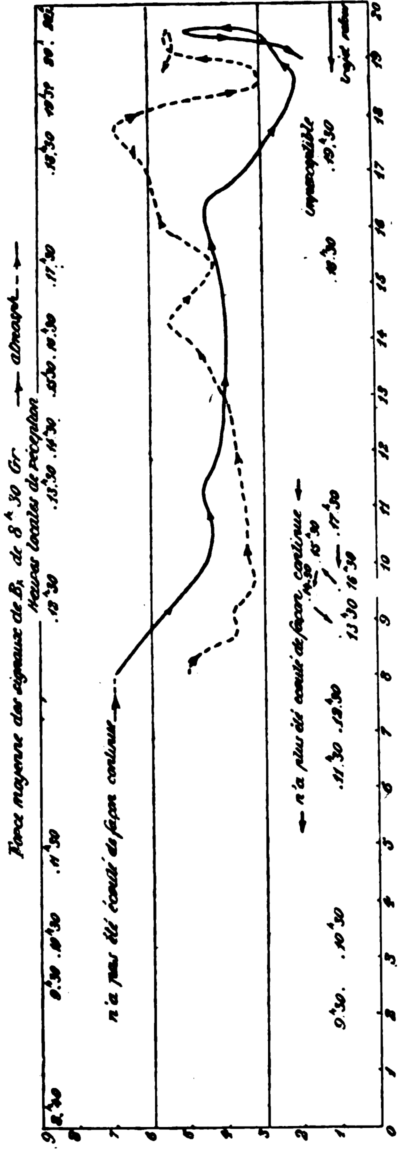


Fig. 4. — Signaux de Bordeaux (8h 30 Greenwich).

et leurs caractéristiques diurnes restent constantes pendant dix à quinze jours. On a constaté que les signaux de Brisbane restaient très lisibles même après le lever du soleil, mais dès que le soleil éclaire l'antenne, l'intensité des signaux décroît brusquement. Au cours d'une éclipse partielle de soleil (l'éclipse étant presque totale en Australie), les signaux de Sydney furent nettement renforcés, leur intensité diminuant rapidement à mesure que disparaissait le phénomène (renseignement communiqué par le chef de la station côtière).

Pendant la traversée de Nouméa à Yokohama, du 14 février au 3 mars, nous distinguons une première période du 14 au 27 février, où les atmosphériques sont toujours forts (6 à 7) par rapport aux signaux (3 à 4). Vient ensuite une deuxième période, du 28 février au 3 mars, où l'on note une légère augmentation dans la force des signaux 4 à 5. Les atmosphériques ne diminuent pas.

On notait à bord du *Victor-Hugo*, pendant qu'il naviguait isolément, les observations suivantes :

Entre Sydney et Adélaïde, seul, le communiqué de 20 h peut être reçu pratiquement (force 6).

D'Adélaïde à Albany, on a constaté que les atmosphériques étaient plus gênants que pendant la traversée de Freemantle à Melbourne dans les mêmes parages, mais plus au large des côtes d'Australie. Il est vrai que les deux groupes d'observations sont écartés d'environ un mois.

A Albany, du 25 au 28 janvier, les signaux de presse de 20 h seulement sont reçus avec netteté : force 7 à 8. La force des atmosphériques augmente.

D'Albany à Batavia, entre le 28 janvier et le 5 février, les seuls signaux lisibles sont ceux de 20 h force 7. A mesure que le navire pénètre dans la zone tropicale, les signaux deviennent de plus en plus difficiles à lire, à cause de la violence des atmosphériques.

Ils sont cotés à Batavia, du 5 au 11 février, force 7 en moyenne. Les signaux (force 6 au maximum) sont généralement couverts.

Les atmosphériques empêchent toute réception les 13, 14 et 15 février pendant la traversée, entre Batavia et Manille. A Manille, du 18 au 23 février, les seuls signaux entendus sont ceux de 20 h avec force 6. Ils sont difficiles à lire. Les 22 et 23, ils sont complètement couverts par le roulement continu des atmosphériques.

La réception s'améliore à mesure que le navire se rapproche de Yokohama, les parasites diminuent de force et de fréquence.

Au mouillage de Yokohama, du 3 au 15 mars, les signaux de Bordeaux sont entendus avec force, 4 à 5, à bord des deux croiseurs

de la division. La diminution des atmosphériques est assez sensible, leur force rend cependant la réception très précaire du 3 au 7 mars. Elle s'améliore entre le 8 et le 15, la force des atmosphériques ayant diminué : 3 à 5 en moyenne.

La réception s'améliore notablement pendant la traversée de Yokohama à Kobe; les signaux 5 à 6 dominent nettement les atmosphériques 3 à 4.

Au cours de notre séjour à Kobe, pendant la traversée de la Mer nférieure, le séjour à Moji et la traversée de Moji à Nagasaki; dans une période s'étendant du 15 au 27 mars, l'intensité de réception est constante: de 5 à 6, les atmosphériques ne dépassent pas 3. Au mouillage de Nagasaki, réception moins bonne, la force des signaux ayant légèrement fléchi. De Nagasaki à Shanghai, il n'y a pas de changement notable dans les conditions de la réception qui reste bonne.

Avant de terminer ces observations sur Bordeaux pendant le voyage de retour, on peut formuler quelques remarques :

A partir de Nouméa et pendant toute la fin de la croisière, à de rares exceptions près, la force des signaux sera plus faible en moyenne que lors du voyage de Brest à Wellington. Il y a à cela deux raisons principales; le trajet des ondes est presque entièrement terrestre, et en outre, tandis que dans la première partie du voyage, une partie du trajet se faisait pendant la saison hivernale d'un hémisphère, au contraire, à partir des côtes de Chine jusqu'à Toulon, le trajet des ondes que nous captons se fait tout entier dans l'hémisphère nord, à une période voisine du solstice d'été. Cette saison m'a paru marquée par une grande richesse d'atmosphériques de toutes sortes et un affaiblissement dans la force des signaux.

La variation diurne de la force des signaux devient très nette. Depuis les côtes de l'Australie orientale, on discernait un renforcement marqué du son pour les signaux de 20 h, pourtant émis comme tous les autres à une puissance constante correspondant à 500 A. dans l'antenne avec l'arc de Croix-d'Hins. Le long des côtes orientales de l'Asie, le renforcement du son pour les signaux de 20 h est encore plus sensible.

Pendant notre séjour à Shanghai du 1er au 11 avril, les émissions de Bordeaux ont été rarement entendues à 5 h, 8 h 30 et 13 h Greenwich correspondant à 13 h, 16 h 30, et 21 locales. Les parasites dominaient les signaux. Au contraire, à l'exception du 9 et du 11 avril où les atmosphériques ont atteint une force exceptionnelle, les signaux de 20 h et de 21 h 30 ont été reçus facilement avec force 6 à 7. Les atmosphériques étaient plus gênants sur 23 400 que sur 18 940.

De Shanghai à Hong-Kong, les atmosphériques dominent les signaux. Seule, la réception de 21 h 30 sur 18940 devient possible. Le maximum diurne des atmosphériques a coïncidé bien fâcheusement avec le maximum des signaux. Aux autres heures de la journée, ils s'affaiblissent, sans que l'on puisse préciser un maximum bien net. Sur les longueurs d'ondes plus faibles, ils sont moins fréquents et moins forts.

Pendant le séjour à Hong-Kong, les atmosphériques couvrent toute réception. Les signaux perçus avec force 4 ne sont plus lisibles devant une perturbation 6 à 7. Les signaux de 13 h sont les plus faibles.

Entre Hong-Kong et la baie d'Along, les circonstances atmosphériques restent les mêmes, sauf le 20 avril, où les parasites ayant brusquement diminué d'intensité sur les deux ondes de 23400 et 18940, les signaux sont reçus 7 à 20 h et 21 h 30 et 4 à 13 h. Aux autres heures, les signaux sont illisibles et presque imperceptibles.

D'après les renseignements obtenus au poste de Ku-Ka-Za (Shanghai), le mois d'avril est une mauvaise saison au point de vue des atmosphériques.

Le long des côtes de l'Indo-Chine, et spécialement à partir de Tourane, les difficultés de réception augmentent. A partir du 28 avril, l'émission de 20 h est faite sur 18940. Le *Colmar*, dans une navigation directe de Saïgon à Hong-Kong, avait noté un renforcement de l'intensité des signaux. Notre itinéraire nous ayant fait serrer de plus près la côte d'Annam, je n'ai pu constater ce phénomène.

Notons en passant l'effet d'écran de l'île d'Haï-Nam. Alors que nous étions masqués par les hautes terres de cette île, les émissions du poste de Kien-An, près d'Haïphong, ont été complètement arrêtées. Nous entendions parfaitement Tourane et des postes plus éloignés et plus faibles que Kien-An. Dès que nous avons débouché au sud d'Hai-Nam, nous avons faiblement capté les émissions de Kien-An qui, depuis deux jours, répondait à nos appels.

A notre passage à Saïgon, j'ai pu voir l'installation provisoire d'un poste d'écoute, muni d'un récepteur S. F. R. antiparasite, système Bellescize, modèle 1921. Les signaux de Bordeaux sont reçus en inscription automatique. L'action des parasites est visible sur les bandes, mais elle est très faible et n'affecte nullement la lecture des messages qui restent très clairs. Des études relatives aux décharges atmosphériques sont entreprises à Saïgon par des ingénieurs de la S. F. R. Au bout du cycle d'une année, le résultat de ces observations méthodiques donnera quelque clarté à une question encore bien obscure.

Avec nos procédés de réception, l'émission de Bordeaux cotée 5 reste illisible en présence d'atmosphériques de force 6 à 8.

Dans la traversée entre le cap Saint-Jacques et la barre de Mei-Nam, la force des signaux augmente, les atmosphériques baissent, les émissions de 20 h et de 21 h 30 restent lisibles. En se rapprochant de Singapour, la réception s'améliore encore. On recommence à recevoir les émissions de 8 h 30 et de 13 h.

Pendant la traversée de l'Océan Indien du nord, la réception est facile. Dans ces parages et pour la saison considérée (du 23 mai au 14 juin), nous avons noté sur 18940 mètres, une variation diurne très nette des atmosphériques. De force 6 entre le milieu et la fin de la nuit, ils tombent à 2 ou 3 au milieu du jour. Leur fréquence est plus grande aux heures environnant le lever du soleil. Nous avons noté en atterrissant sur Ceylan, d'est en ouest, un effet d'écran pour le poste de Colombo, dont la portée vers l'ouest et le sud est considérable. Lors de notre traversée dans l'Océan Indien austral, le *Jules-Michelet* se trouvant à peu près sur le méridien de Colombo, nous avions nettement entendu ce poste, de nuit, à une distance supérieure à 4000 kilomètres.

La mer Rouge, aux environs du solstice d'été, est une région très fertile en atmosphériques de toute sorte.

Les courbes jointes montrent la variation de la force des signaux pour diverses heures du jour et dans les pays visités par la division volante des croiseurs. Les nombres représentant les signaux sont une moyenne des appréciations des divers observateurs au cours d'un mouillage donné ou dans une région donnée.

En résumé : les signaux de 20 h sont les plus forts. Ils sont reçus à une heure locale où les atmosphériques sont en général très fréquents, à mesure que la longitude se rapproche de 180°.

Une énergie rayonnée, comparable à celle de Croix-d'Hins, est suffisante pour produire des signaux perceptibles dans toutes les régions du Pacifique que nous avons parcourues, à condition que les ondes accomplissent en toutes saisons un trajet entièrement nocturne, et arrivent au poste récepteur avant le lever du soleil. Il y a intérêt, si la saison ne permet pas d'éviter qu'une partie du trajet des ondes se fasse dans la zone éclairée, à ce que cette partie du trajet prenne place au début de la nuit dans la région de la station émettrice. Ainsi, dans des pays tels que l'Australie orientale, la Nouvelle-Zélande, le Japon, seuls les signaux de 20 h restaient lisibles, au moins partiellement. L'heure optimum d'émission pour assurer la réception optima dans les pays ci-dessus énumérés, serait 18 h 30 ...

Greenwich. Pour les mois de novembre à février (été austral), on pourrait choisir 17 h Greenwich. En effet, c'est l'heure où, dans cette saison, la nuit commence en France, et ces signaux atteindraient l'Australie orientale vers 3 h du matin (locale) et la Nouvelle-Zélande vers 4 h 30 (locale), après un trajet entièrement nocturne. Il n'y aurait qu'aux environs du 22 décembre (solstice d'été austral), que les signaux árriveraient, en Nouvelle-Zélande seulement, où l'on profite d'ailleurs, à Wellington tout au moins, du renforcement des signaux constatés autour de l'antipode, à une heure voisine du lever du soleil.

Le choix de ces heures pour un trafic de presse ou autre avec ces pays, permettrait de réunir les deux conditions énoncées en tête du paragraphe précédent, pour assurer un bon rendement de la communication.

En second lieu, une énergie plus considérable permettrait un trafic permanent aux différentes heures de la journée. Il est bien certain que l'énergie doit être plus considérable pour assurer la liaison France-Pacifique, que la liaison inverse, en raison des atmosphériques plus gênants pour la réception sous les tropiques qu'en France. En outre : il serait préférable d'utiliser des oscillations plus stables, plus régulières et plus pures que celles de l'arc. Il ne paraît pas douteux que l'alternateur haute fréquence soit une meilleure source d'énergie oscillante que l'arc.

Enfin, l'expérience du Centre d'écoute de Saïgon montre que les procédés antiparasites actuellement réalisés par l'industrie française, permettent d'affranchir la réception des troubles atmosphériques, en attendant qu'une connaissance plus complète de leur nature amène leur élimination totale des bandes réceptrices.

Notons aussi que les signaux sont plus facilement reçus sur 18 940 que sur 23 400.

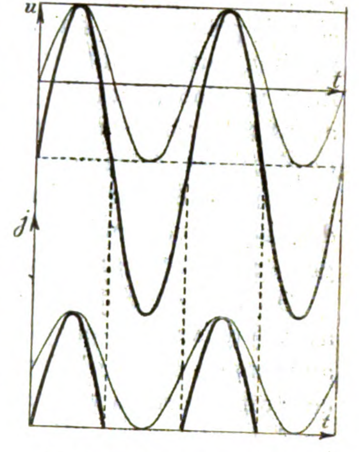
(*A suivre.*) TRANIER.

AU SUJET DU RENDEMENT OPTIMUM DES ÉMETTEURS A TRIODES

par le Lieutenant de vaisseau BLANCHARD

École des Marins Radiotélégraphistes

On sait (Voir Gutton, La lampe à trois électrodes) que, dans un générateur d'oscillations haute fréquence à triodes, si on s'astreint à ce que la partie variable du courant de plaque soit un courant sinusoïdal, le rendement ne peut être supérieur à 50 %. C'est-à-dire que la puissance dissipée dans le circuit oscillant sous forme de chaleur et de rayonnement électromagnétique est égale à la moitié, au plus, de la puissance fournie par la source de plaque, l'autre moitié étant dégradée à la surface de la plaque sous forme de chaleur.



En haut : tension grille.
En bas : courant plaque.
Traits fins : sans résistance grille.
Traits forts : avec résistance grille.

Ce rendement optimum s'obtient quand l'amplitude du courant alternatif de plaque est égale au courant continu moyen dans cet élément, en sorte que le courant de plaque est alors un courant ondulé s'annulant une fois par période.

Pour améliorer le rendement, il faut diminuer la puissance dégradée sous forme de chaleur dans la triode, sans diminuer dans la même proportion la puissance dans le circuit oscillant. Nous nous proposons d'expliquer, sans le secours des mathématiques et en ne faisant appel qu'à des raisons d'ordre purement physique, comment l'abaissement de la tension moyenne de grille peut conduire à la solution du problème.

La chaleur qui apparaît sur la plaque de la triode n'est autre que le résultat de la dégradation de l'énergie cinétique des électrons qui la bombardent. Donc, pour améliorer le rendement de la triode, on doit chercher à déposer ces électrons sans vitesse sur la plaque.

La vitesse d'un électron, au moment où il frappe la plaque, est proportionnelle à la racine carrée de l'énergie cinétique, qu'il a acquise dans son voyage du filament à la plaque (il est tout à fait inu-

Greenwich. Pour les mois de novembre à février (été austral), on pourrait choisir 17 h Greenwich. En effet, c'est l'heure où, dans cette saison, la nuit commence en France, et ces signaux atteindraient l'Australie orientale vers 3 h du matin (locale) et la Nouvelle-Zélande vers 4 h 30 (locale), après un trajet entièrement nocturne. Il n'y aurait qu'aux environs du 22 décembre (solstice d'été austral), que les signaux árriveraient, en Nouvelle-Zélande seulement, où l'on profite d'ailleurs, à Wellington tout au moins, du renforcement des signaux constatés autour de l'antipode, à une heure voisine du lever du soleil.

Le choix de ces heures pour un trafic de presse ou autre avec ces pays, permettrait de réunir les deux conditions énoncées en tête du paragraphe précédent, pour assurer un bon rendement de la communication.

En second lieu, une énergie plus considérable permettrait un trafic permanent aux différentes heures de la journée. Il est bien certain que l'énergie doit être plus considérable pour assurer la liaison France-Pacifique, que la liaison inverse, en raison des atmosphériques plus gênants pour la réception sous les tropiques qu'en France. En outre : il serait préférable d'utiliser des oscillations plus stables, plus régulières et plus pures que celles de l'arc. Il ne paraît pas douteux que l'alternateur haute fréquence soit une meilleure source d'énergie oscillante que l'arc.

Enfin, l'expérience du Centre d'écoute de Saïgon montre que les procédés antiparasites actuellement réalisés par l'industrie française, permettent d'affranchir la réception des troubles atmosphériques, en attendant qu'une connaissance plus complète de leur nature amène leur élimination totale des bandes réceptrices.

Notons aussi que les signaux sont plus facilement reçus sur 18 940 que sur 23 400.

(A suivre.) TRANIER.

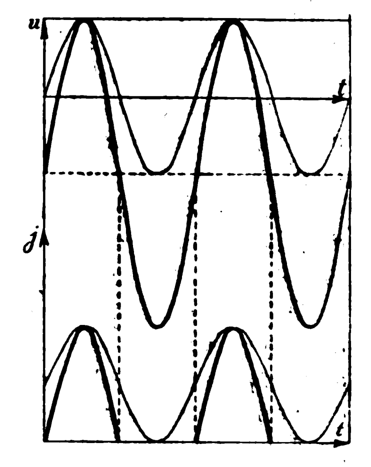
AU SUJET DU RENDEMENT OPTIMUM DES ÉMETTEURS A TRIODES

par le Lieutenant de vaisseau BLANCHARD

École des Marins Radiotélégraphistes

On sait (Voir Gutton, La lampe à trois électrodes) que, dans un générateur d'oscillations haute fréquence à triodes, si on s'astreint à ce que la partie variable du courant de plaque soit un courant sinusoïdal, le rendement ne peut être supérieur à 50 %. C'est-à-dire que la puissance dissipée dans le circuit oscillant sous forme de chaleur et de rayonnement électromagnétique est égale à la moitié, au plus, de la puissance fournie par la source de plaque, l'autre moitié étant dégradée à la surface de la plaque sous forme de chaleur.

Ce rendement optimum s'obtient quand l'amplitude du courant alternatif de plaque est égale au courant continu moyen dans cet élément, en sorte que le courant de plaque est alors un courant ondulé s'annulant une fois par période.



En haut : tension grille.
En bas : courant plaque.
Traits fins : sans résistance grille.
Traits forts : avec résistance grille.

Pour améliorer le rendement, il faut diminuer la puissance dégradée sous forme de chaleur dans la triode, sans diminuer dans la même proportion la puissance dans le circuit oscillant. Nous nous proposons d'expliquer, sans le secours des mathématiques et en ne faisant appel qu'à des raisons d'ordre purement physique, comment l'abaissement de la tension moyenne de grille peut conduire à la solution du problème.

La chaleur qui apparaît sur la plaque de la triode n'est autre que le résultat de la dégradation de l'énergie cinétique des électrons qui la bombardent. Donc, pour améliorer le rendement de la triode, on doit chercher à déposer ces électrons sans vitesse sur la plaque.

La vitesse d'un électron, au moment où il frappe la plaque, est proportionnelle à la racine carrée de l'énergie cinétique, qu'il a acquise dans son voyage du filament à la plaque (il est tout à fait inu-

tile de tenir compte ici de la variation de la masse avec la vitesse). Cette dernière énergie est, à son tour, égale au produit de la charge de l'électron par la différence de potentiel entre le filament et la plaque. Donc, la charge de l'électron étant une constante universelle, *la vitesse acquise par un électron au moment où il bombarde la plaque est proportionnelle à la racine carrée de la tension actuelle de plaque et ne dépend absolument pas de la tension de grille.*

Conclusion. — Nous devons chercher à limiter le passage du courant de plaque aux fractions de la période où la plaque est à peine positive. Nous allons voir que c'est très possible.

Dans une triode génératrice d'oscillations entretenues, les tensions de plaque et de grille varient en opposition. Le courant de plaque varie en phase avec la tension de grille et en opposition avec la tension de plaque (loc. cit.). C'est donc quand la tension de plaque est minima que le courant de plaque est maximum. C'est bien ce que nous voulions, mais il passe encore un courant de plaque notable avant et après ce moment-là; c'est-à-dire à des instants où la tension de plaque est également notable et cela nuit au rendement.

Pour améliorer le rendement, il faut donc n'admettre le courant de plaque que pendant la toute petite fraction de la période où la grille est à son maximum et la plaque à son minimum de tension.

On sait toutefois que le courant dans l'antenne est en quadrature avec la tension de plaque et avec la tension de grille, il est donc nul au moment précis où l'application stricte de la règle précédente nous conduit à faire passer une brusque pulsation du courant de plaque produisant par induction sur le circuit d'antenne la force électromotrice discontinue qui entretient les oscillations. Cette force électromotrice agissant dans un circuit où le courant est nul, ou tout au moins très faible, n'apporterait donc presque pas d'énergie.

Nous conseillons de se reporter pour la suite aux figures 20 et 31 de l'article de MM. Dufour et Mesny, paru dans les numéros de novembre et décembre 1923.

La tension de plaque varie heureusement assez lentement de part et d'autre de son minimum. On peut donc prévoir que les meilleures conditions de fonctionnement sont que le courant de plaque soit nul pendant la presque totalité de la période, passe brusquement à sa valeur de saturation un peu avant le minimum de la tension de plaque, le passage de la valeur nulle à la valeur de saturation se produisant tout entier avant que le courant oscillant ne soit devenu trop faible et la force électromotrice produite étant ainsi bien utilisée. Le passage de la valeur de saturation à la valeur nulle se produira un

peu après le minimum de la tension de plaque, alors que le courant d'antenne après s'être annulé, a repris une valeur suffisante. Le courant de plaque garde ainsi sa valeur maxima pendant un certain temps, mais cela n'a pas d'inconvénient, puisque la tension de plaque est pendant tout ce temps assez faible.

On sait qu'il existe une tension minima de plaque au-dessous de laquelle, si grande que soit la tension grille, on ne peut obtenir le courant de saturation. Si on a soin que la tension de plaque soit juste égale à ce minimum, au moment où le courant de plaque atteint et quitte la valeur de saturation, la tension de plaque sera inférieure à cette limite pendant l'intervalle de temps qui sépare ces deux instants et nous verrons une légère dépression se creuser au sommet de la pulsation du courant de plaque. Cette dépression est très visible sur la figure 20 de la page 695 du numéro de décembre 1923.

Les meilleures conditions sont donc, au point de vue du rendement, que la tension totalisée (obtenue en faisant la somme de la tension de plaque et de la tension de grille multipliée par le coefficient d'amplification de la lampe) soit négative pendant la presque totalité de la période et devienne un court instant suffisante pour provoquer la saturation. A ce moment précis, la tension de plaque doit être la plus faible qui permette d'obtenir la saturation.

On doit donc, en définitive, augmenter l'ampleur des variations de la tension de grille, c'est-à-dire serrer le couplage et diminuer le potentiel moyen de grille, ce qui s'obtient pratiquement avec une résistance intercalée dans le circuit de grille et shuntée par un condensateur.

L'affirmation faite plus haut que la tension de grille est sans action sur la vitesse finale des électrons, ne doit pas surprendre, la grille modifie seulement la répartition des vitesses d'un électron le long de son trajet du filament à la plaque. Quand elle est positive, les vitesses des électrons étant grandes entre le filament et la grille, la charge négative de cet espace est faible et les électrons peuvent sortir en grand nombre du filament. Quand elle est négative, les électrons s'attardent dans la portion de trajet du filament à la grille; l'espace compris entre ces deux électrodes prend une forte charge négative et les électrons sortent en petit nombre du filament, ou même ne peuvent plus sortir du tout.

BLANCHARD.

L'ANTENNE ONDULATOIRE
OU ANTENNE BEVERAGE

Par M. F. BEDEAU

Agrégé de l'Université

« Une petite maisonnette dans un bois de chênes, juste à la sortie de Riverhead (Long-Island), une ligne de poteaux portant deux fils de cuivre et aboutissant à un fleuve à neuf milles au sud-ouest de Riverhead, telle est en peu de mots « l'oreille » de la « Radio Corporation of America ». Elle reçoit les messages européens, les sépare, les amplifie et les retransmet automatiquement au bureau de Broad Saint-Office de New-York. »

C'est ainsi que débute une suite d'articles de MM. H. H. Beverage, Ch. W. Rice et Ed. W. Kellog (1). Les lecteurs de *l'Onde Électrique* ont trouvé une analyse du premier article dans le numéro de novembre 1923 (2). Nous nous proposons de donner aujourd'hui avec quelques détails l'analyse de l'ensemble (3).

L'antenne de réception Beverage (fig. 1) est constituée en principe par un long fil horizontal A B, situé à quelques mètres au-dessus du

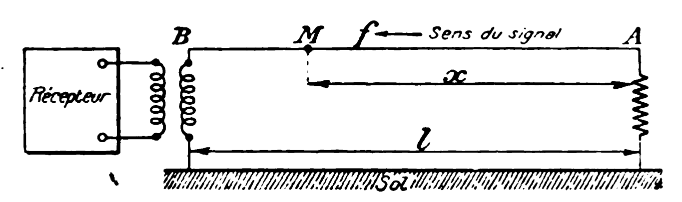


Fig. 1.

sol, parallèle à la direction f de l'émission ; les deux extrémités A et B sont reliées au sol et nous supposerons tout d'abord que les impédances en A et B ont été choisies de telle sorte que les courants n'éprouvent aucune réflexion en ces points.

Nous montrerons que cette antenne a des effets unidirectionnels

(1) *Journal of the American Institute of Electrical Engineers*, numéros de mars 1923 (p. 258-269), avril 1923 (p. 372-382), mai 1923 (p. 510-519), juin 1923 (p. 635-645), juillet 1923 (p. 728-739).

(2) *Onde Electrique*, novembre 1923, p. 666, analyse de M. P. David.

(3) On peut encore consulter le brevet français n° 540.819, du 8 avril 1921, ainsi que la première addition au brevet 540.819, demandée le 9 avril 1921. Voir aussi dans *Radioélectricité*, de janvier 1923, un article de M. Bethenod.

très marqués et qu'elle permet de recevoir simultanément plusieurs messages.

Le fonctionnement d'une telle antenne est expliqué de la façon suivante dans le brevet n° 540819 :

« Si les ondes se propagent de A vers B, un faible courant se trouve induit à l'extrémité A (1) et se propage suivant l'antenne, sous forme d'ondes vers l'extrémité B. Si la vitesse de propagation u de cette onde de faible intensité dans l'antenne est égale à la vitesse de l'onde de signalisation traversant l'espace, l'onde de courant croît à mesure qu'elle s'approche de l'extrémité B en absorbant continuellement de petites quantités d'énergie additionnelle fournies par les ondes de l'espace. Plus l'antenne a de longueur et plus grande est l'intensité du courant reçu. Il existe évidemment une longueur maximum au delà de laquelle les pertes dans l'antenne ne permettent plus aucun gain de rendement. Plus ces pertes sont réduites et plus grande est la longueur d'antenne qu'on peut utiliser.

Si on suppose maintenant que l'onde de courant a dans l'antenne une vitesse de propagation qui n'est pas la même que l'onde de l'espace, les deux ondes s'ajoutent sur une certaine distance, mais atteignent bientôt un point pour lequel une des ondes a sur l'autre une avance suffisante pour qu'il y ait opposition de phase entre elles et l'onde de courant décroît vers zéro, puis une nouvelle onde prend naissance et augmente d'amplitude (2). »

Bref, pour une longueur d'onde donnée, il y a une longueur d'antenne optima.

Ces résultats peuvent être prévus par la théorie suivante qui est due à Kellog (3).

I. – ÉTUDE THÉORIQUE

Théorie de Kellog. — Désignons par e_a la force électromotrice induite en A (fig. 1) par l'onde électromagnétique, on peut poser :

$$e_a = E_0 \sin \omega t \text{ (volts par kilomètres)} = E^0 \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

(1) La force électromotrice est due à ce que le front de l'onde hertzienne n'est pas perpendiculaire au sol, mais a une pente en avant de 1 à 10° suivant la longueur d'onde utilisée et la nature du terrain. La figure 2 représente l'onde de courant à trois instants différents,

(2) Brevet français n° 540.819. Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, pages 1 et 2.

(3) *J. of the Am. Institute*, mars 1923, p. 267.

La force électromotrice induite au point M à distance x de A sera:

$$e_x = E_0 \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \text{ (volts par kilomètres)}$$

avec $\lambda = v\,T$, v étant la vitesse de propagation de l'onde dans l'air.

La force électromotrice induite dans l'élément de longueur dx sera par conséquent :

$$e_x\, dx = E_0\, dx \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right).$$

Nous pouvons remplacer cette petite section de ligne par un alternateur de force électromotrice $e_x\ dx$; celui-ci fournirait du courant à deux lignes de transmission en série, l'une allant vers A et l'autre vers B; comme ces lignes sont infiniment longues (puisque nous supposons l'absence de réflexions en A et B), leur impédance propre est $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ (1) en désignant par L et C la self et la capacité de l'unité de longueur. L'alternateur travaillant à travers une impédance $2Z$ produira en M un courant :

$$di_x = \frac{e_x\, dx}{2Z} = \frac{E_0\, dx}{2Z} \sin 2\pi\left(\frac{t}{x} - \frac{x}{\lambda}\right) = I_0 \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) dx.$$

Un courant se propage vers B et un autre vers A. Calculons tout d'abord le courant en B.

Le courant di_x qui a pris naissance en M se propage sur le fil avec une vitesse u différente de v et la longueur d'onde sur la ligne est donnée par la formule $\lambda' = u\,T$. Si nous négligeons l'amortissement, le courant venant de M sera représenté lorsqu'il arrivera en B par l'expression :

$$di_{bx} = I_0 \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} - \frac{l-x}{\lambda'}\right) dx$$

en désignant par l la longueur de l'antenne.

Le courant total I_b recueilli en B sera :

$$I = \int di_{b\,x} = \int_{x=0}^{x=l} I_0 \sin 2\pi\left[\frac{t}{T} - \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{x}{\lambda'}\right) - \frac{l}{\lambda'}\right] dx$$

$$= l I_0 \frac{\sin \pi l\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right)}{\pi l\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right)} \qquad (1)$$

(1) Cette formule n'est correcte que pour les lignes à pertes nulles, ce qui pour les fréquences utilisées est une approximation très exacte (Kellog, p. 267).

(2) Le calcul est identique à celui qui se présente en optique dans l'étude de la diffraction d'une onde plane tombant sur une fente; la courbe dite « courbe de Cornu » est alors une circonférence. Nous ne reproduisons pas ici les calculs de Kellog que l'on trouve dans tous les traités d'optique.

On trouverait de même que le courant qui a pris naissance en M a, lorsqu'il arrive en A, la valeur

$$di_{ax} = I_0 \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{l} - \frac{x}{\lambda'}\right) dx$$

et que le courant total en A est :

$$I_a = l I_0 \quad \frac{\sin \pi l\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}\right)}{\pi l\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}\right)} \qquad (2)$$

Cas particulier. — Imaginons que la vitesse v de propagation de

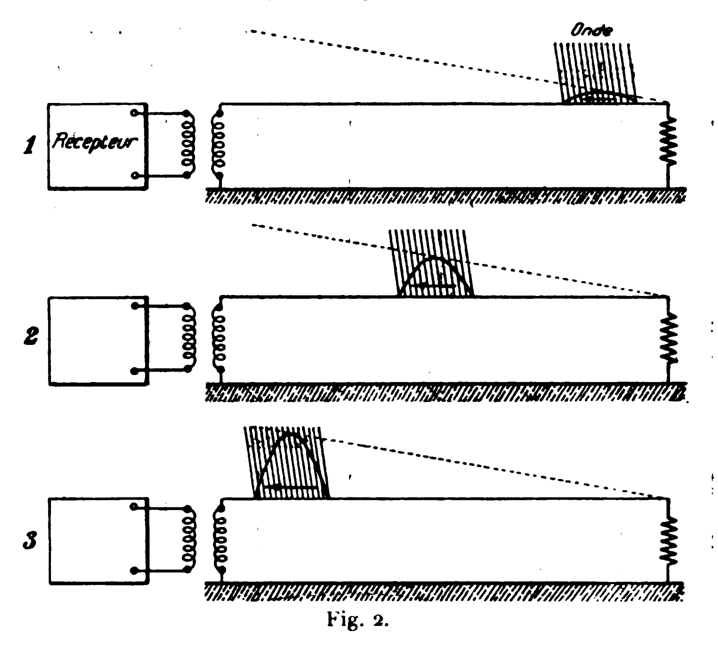


Fig. 2.

l'onde soit égale à la vitesse de propagation u du courant, alors $\lambda = \lambda'$ et il vient :

$$I_b = l I_0$$

$$I_a = l I_0 \frac{\sin \frac{2\pi l}{\lambda}}{\frac{2\pi l}{\lambda}}.$$

On voit que I_b croît indéfiniment avec l tandis que I_a s'annule pour $l = k\frac{\lambda}{2}$ (fig. 3 *a*).

En résumé, si $u = v$, le courant à l'extrémité réceptrice B est aussi intense qu'on le désire. Toutefois, « même en supposant réduites à

zéro les pertes en ligne, on atteint une longueur limite pour laquelle on ne constate plus aucun accroissement d'intensité des signaux du fait de l'augmentation de longueur de l'antenne, parce que les ondes sur l'antenne atteignent finalement une amplitude égale à l'amplitude des ondes de l'espace, c'est-à-dire qu'il y a équilibre entre l'énergie rayonnée et l'énergie reçue, condition qu'on peut définir en lui donnant le nom de saturation » [1]. Mais cette saturation dont parlent les auteurs dans le brevet n'a jamais été observée par eux [2] pour des antennes en fil nu.

Cas où u est différent de v. — En fait u est différent de v et les expériences de Beverage lui ont montré qu'en général pour les antennes étudiées $u = 0{,}8\,v$ et par conséquent $\lambda' = 0{,}8\,\lambda$. Les for-

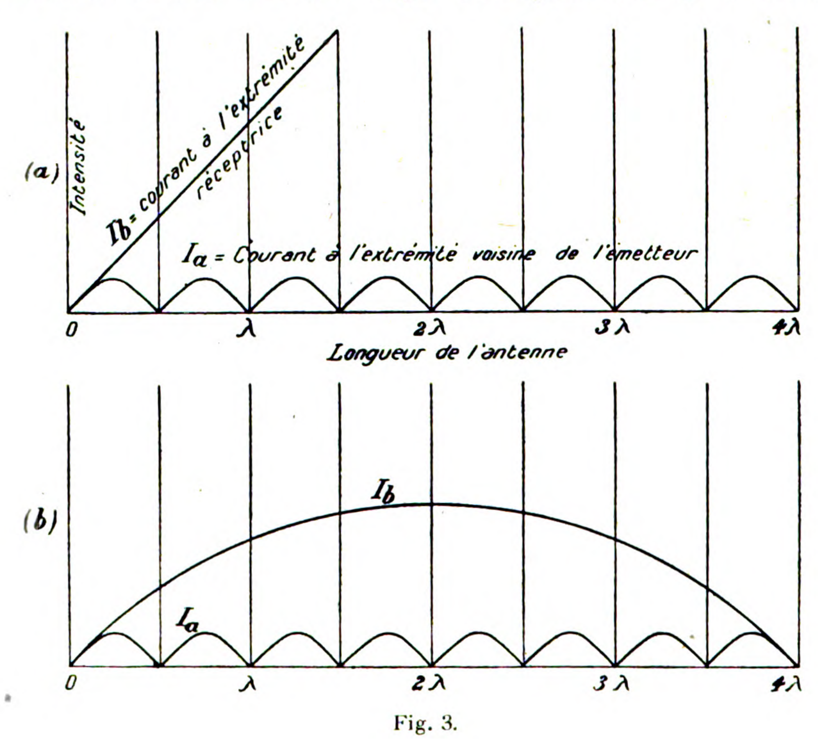


Fig. 3.

mules précédentes nous montrent alors que si on augmente progressivement la longueur de l'antenne, I_b va d'abord en croissant, puis décroît et s'annule pour $\pi\, l \left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right) = k\, \pi$.

---

[1] Première addition au brevet d'invention 540.819, du 9 avril 1921.
[2] *J. of the Am. Institute*, avril 1923, p. 377.

Le premier maximum de I_b aura lieu pour une valeur de l telle que

$$l\left(\frac{1}{\lambda'}-\frac{1}{\lambda}\right)=\frac{1}{2} \text{ ou } l=\frac{\lambda\lambda'}{2(\lambda-\lambda')}.$$

Si $\lambda'=0{,}8\lambda$ il vient $l=2\lambda$ (fig. 3 *b*). On voit que la longueur optima d'antenne est fonction de λ et que l'antenne utilisée pourra être d'autant plus longue que u sera plus voisin de v. Il faut donc utiliser des antennes peu résistantes. « Beaucoup des antennes longues jusqu'ici employées comportaient un fil recouvert de caoutchouc, soit enfoui, soit submergé dans l'eau, soit étendu à la surface du sol. Ces modes de construction donnent de faibles vitesses et des coefficients d'atténuation élevés, et l'un et l'autre de ces éléments ont pour effet de limiter la longueur de l'antenne qu'on peut avantageusement employer, la plus convenable atteignant environ un huitième de la longueur d'onde en déplacement dans l'espace, ainsi que l'ont démontré des essais » (1).

Propriétés unidirectionnelles de l'antenne. — Étude du cas où le poste émetteur n'est pas dans la direction de l'antenne. — Soit tou-

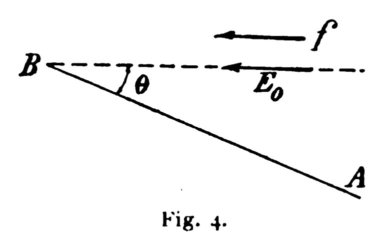


Fig. 4.

jours f la direction de l'onde (fig. 4) et A B l'antenne horizontale ; la composante horizontale E_0 du champ électrique est parallèle à f et le

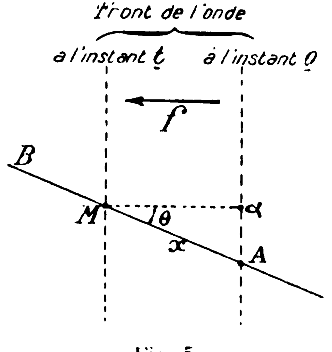


Fig. 5.

(1) Addition au brevet français 540.819, p. 3.

champ agissant sur l'antenne est la projection de E_o sur A B, c'est-à-dire $E_o \cos\theta$. Nous devrons donc remplacer E_o par $E_o \cos\theta$, et, par conséquent, I_o par $I_o \cos\theta$ dans les formules (1) et (2) donnant I_a et I_b.

Mais ce n'est pas la seule modification à apporter à nos formules ; la figure 5 nous montre que lorsque l'onde se déplace de A en M, elle met un temps $t = \frac{\alpha M}{v} = \frac{x \cos\theta}{v}$.

La vitesse de propagation de l'onde dans la direction A B est donc $\frac{v}{\cos\theta}$ et nous devons remplacer λ par :

$$\lambda_1 = \frac{v T}{\cos\theta} = \frac{\lambda}{\cos\theta}.$$

Finalement :

$$I_b = l I_o \cos\theta \frac{nu \quad \pi l \left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)}{\pi l \left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)}. \qquad (3)$$

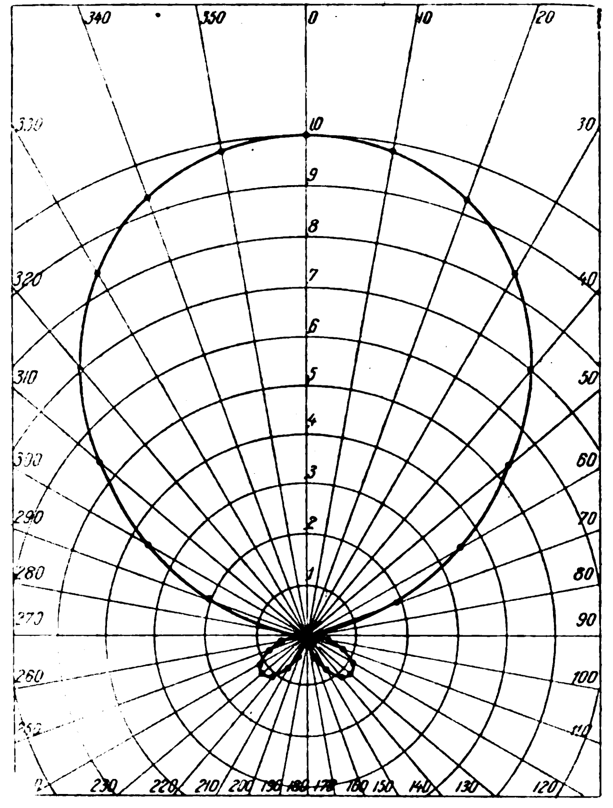


Fig. 6.

En faisant successivement $\theta = o$ et $\theta = \pi$, nous retrouvons les formules précédemment établies et donnant I_b et I_a.

La courbe de la figure 6 a été construite en supposant l'amortissement nul et $\lambda = \lambda' = l$. On a pris $I_b = 10$ pour $\theta = 0$. Les propriétés unidirectionnelles de l'antenne sont nettement mises en évidence par cette courbe.

Antennes courtes. — L'intensité en B, extrémité réceptrice, croît, comme nous l'avons vu, avec la longueur de l'antenne; mais si

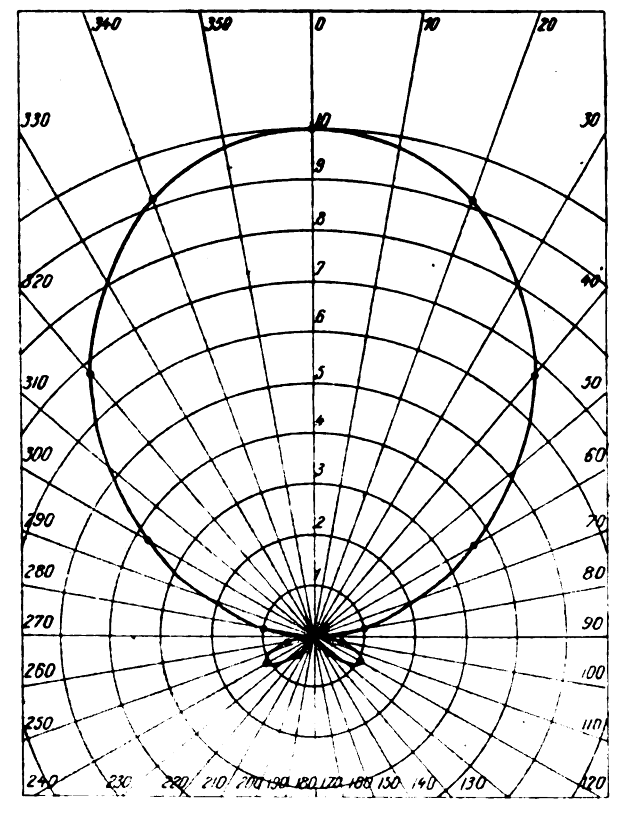


Fig. 7.

on ne tient pas au facteur intensité pour ne rechercher que les qualités unidirectionnelles, il n'est pas nécessaire d'utiliser des antennes très longues.

On peut dire en effet que les qualités unidirectionnelles de l'antenne seront bonnes si I_b étant notable, $I_a = 0$.

champ agissant sur l'antenne est la projection de E_o sur A B, c'est-à-dire $E_o \cos\theta$. Nous devrons donc remplacer E_o par $E_o \cos\theta$, et, par conséquent, I_o par $I_o \cos\theta$ dans les formules (1) et (2) donnant I_a et I_b.

Mais ce n'est pas la seule modification à apporter à nos formules ; la figure 5 nous montre que lorsque l'onde se déplace de A en M, elle met un temps $t = \frac{\alpha M}{v} = \frac{x \cos\theta}{v}$.

La vitesse de propagation de l'onde dans la direction A B est donc $\frac{v}{\cos\theta}$ et nous devons remplacer λ par :

$$\lambda_1 = \frac{v\,T}{\cos\theta} = \frac{\lambda}{\cos\theta}.$$

Finalement :

$$I_b = lI_o \cos\theta \frac{nu \ \pi l \left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)}{\pi l \left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)}. \qquad (3)$$

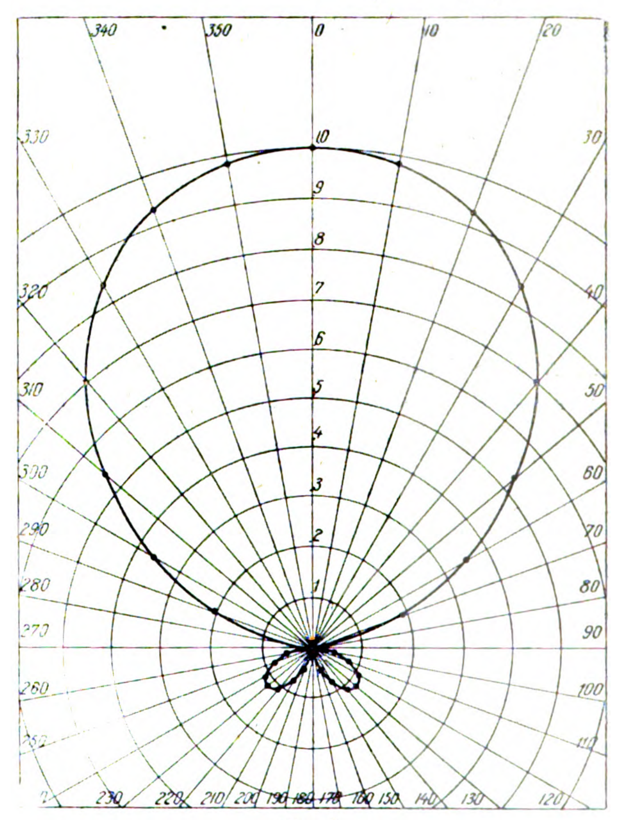


Fig. 6.

En faisant successivement $\theta = o$ et $\theta = \pi$, nous retrouvons les formules précédemment établies et donnant I_b et I_a.

La courbe de la figure 6 a été construite en supposant l'amortissement nul et $\lambda = \lambda' = l$. On a pris $I_b = 10$ pour $\theta = 0$. Les propriétés unidirectionnelles de l'antenne sont nettement mises en évidence par cette courbe.

Antennes courtes. — L'intensité en B, extrémité réceptrice, croît, comme nous l'avons vu, avec la longueur de l'antenne ; mais si

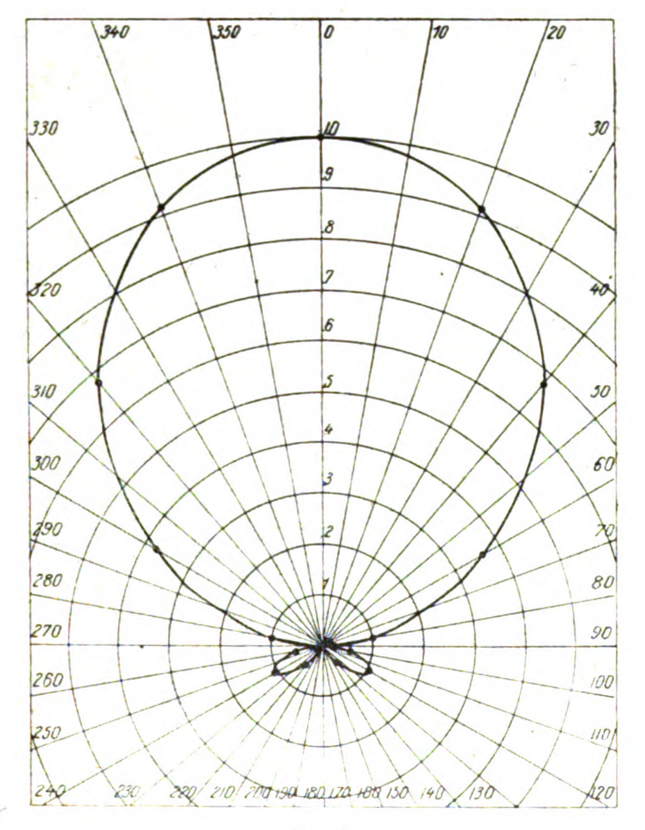


Fig. 7.

on ne tient pas au facteur intensité pour ne rechercher que les qualités unidirectionnelles, il n'est pas nécessaire d'utiliser des antennes très longues.

On peut dire en effet que les qualités unidirectionnelles de l'antenne seront bonnes si I_b étant notable, $I_a = o$.

Or la formule (2) montre que $I_a = 0$ pour :

$$\pi l \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda'}\right) = \pi \quad \text{ou} \quad l\left(1 + \frac{\lambda}{\lambda'}\right) = \lambda$$

mais comme $\lambda = v\,T$ et $\lambda' = u\,T$ il vient :

$$\frac{v}{u} = \frac{\lambda}{l} - 1 \quad \text{(Formule de Kellog).}$$

Supposons par exemple que les signaux à recevoir aient une

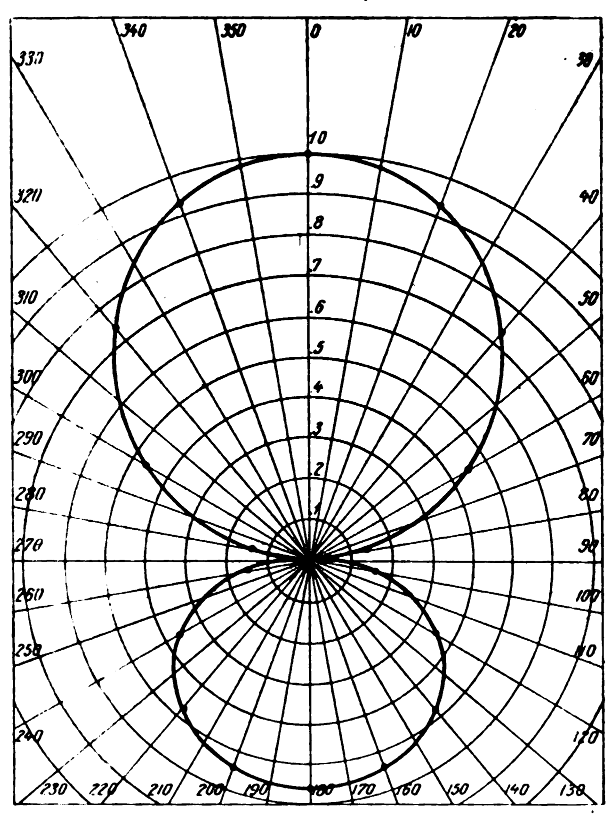


Fig. 8.

longueur d'onde $\lambda = 12$ km et que la longueur d'antenne soit seulement $l = \frac{\lambda}{4} = 3$ km, les propriétés unidirectionnelles seront conservées si $\lambda' = 4$, ce qui nécessite que la vitesse de propagation u du courant soit trois fois plus petite que la vitesse de propagation v des ondes dans l'espace.

La courbe (fig. 7) correspond à cette antenne. La courbe de la figure 8 a été construite en prenant $\lambda = 12\, l = 3$ et $\lambda' = 0{,}8\,\lambda$. (¹)

En fait, les antennes courtes ne peuvent être utilisées qu'avec une énorme amplification à la réception, et les auteurs estiment que pour un trafic commercial, la longueur de l'antenne doit être de l'ordre d'une longueur d'onde et n'être jamais inférieure à $\frac{\lambda}{2}$ (²).

Étude du cas où les pertes en ligne ne sont pas négligeables. — Nous avons supposé dans les calculs précédents que le courant qui avait pris naissance en M arrivait en B après avoir parcouru la longueur $l - x$ (fig. 1) avec l'intensité qu'il avait en M; en réalité, à cause de pertes en ligne, le courant au lieu d'avoir en B la valeur $I_0\, dx$ a une valeur $I_0\, e^{-\alpha(l-x)}\, dx$. En supposant toujours que l'antenne est droite, sans réflexions aux extrémités on arrive aux formules suivantes (³) donnant I_b et I_a :

$$(4)\quad I_b = \frac{I_0 \cos\theta}{\alpha + 2\pi j\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)}\, e^{-\frac{2\pi j l \cos\theta}{\lambda}} \left[1 - e^{-\alpha l}\, e^{-2\pi j l\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)}\right]$$

$$(5)\quad I_a = \frac{I_0 \cos\theta}{\alpha + 2\pi j\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)} \left[1 - e^{-\alpha l}\, e^{-2\pi j l\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)}\right]$$

avec $$I_0 = \frac{E_0}{2Z} \quad \text{et} \quad j = \sqrt{-1}.$$

(¹) On voit sur cette courbe que le courant n'est pas nul pour des signaux provenant de la direction $\theta = 180$, autrement dit $I_a \neq 0$. Cela tient à ce que l'amortissement a été supposé différent de zéro; il a été pris égal à 0,5 pour la construction de cette courbe.

(²) *J. of the Am. Institute*, mai 1923, p. 515.

(³) Calcul de Kellog, *J. of the Am. Inst.*, avril 1923, p. 375. Soit toujours $e_a = E_0 \cos\theta \sin\omega t$ la force électromotrice induite par l'onde électromagnétique en A, le courant di_x en M sera décalé sur le courant induit en A d'un angle

$$\frac{2\pi x \cos\theta}{\lambda}$$

et

$$di_x = \frac{E_0 \cos\theta}{2Z}\, e^{-\frac{2\pi j x \cos\theta}{\lambda}}\, dx = I_0 \cos\theta\, e^{-\frac{2\pi j x \cos\theta}{\lambda}}\, dx.$$

Lorsque ce courant arrive en B son intensité maxima est devenue $I_0\, e^{-\alpha(l-x)}$ et il a éprouvé un nouveau décalage $\frac{2\pi(l-x)}{\lambda}$; on a donc :

$$di_{bx} = I_0 \cos\theta\, e^{-\alpha(l-x)}\, e^{-\frac{2\pi j x \cos\theta}{\lambda}}\, e^{-\frac{2\pi j(l-x)}{\lambda}}\, dx$$

et

$$I_b = \int_{x=0}^{x=l} d\, i_{bx}.$$

L'intégration est immédiate et le résultat est donné par la formule 4. Le calcul de I_a se fait d'une façon identique.

Faisons $\theta = 0$ puis $\theta = \pi$ dans les formules 4 et 5 il vient :

$$(4') \qquad I_b = \frac{I_0}{\alpha + 2\pi j\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right)} e^{-2\pi j l}\left[1 - e^{-\alpha l} e^{-2\pi j l\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right)}\right]$$

$$(4'') \qquad I'_b = \frac{-I_0}{\alpha + 2\pi j\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}\right)} e^{-2\pi j l}\left[1 - e^{-\alpha l} e^{-2\pi j l\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}\right)}\right]$$

$$(5') \qquad I_a = \frac{I_0}{\alpha + 2\pi j\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}\right)} \left[1 - e^{-\alpha l} e^{-2\pi j l\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}\right)}\right]$$

$$(5'') \qquad I'_a = \frac{-I_0}{\alpha + 2\pi j\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right)} \left[1 - e^{-\alpha l} e^{-2\pi j l\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right)}\right]$$

L'amortissement introduit donc une dissymétrie dans les équations puisque $I_a \neq I'_b$ et $I'_a \neq I_b$. Toutefois, comme le facteur $e^{-2\pi j l}$ n'agit *que sur la phase* nous pouvons le négliger pour effectuer le calcul des intensités. Dans le tableau suivant, on a figuré les valeurs de I_b obtenues à partir de l'équation 4 en négligeant le facteur $e^{-2\pi j l}$ et la valeur de I_b pour $\theta = 0$ a été prise pour unité .

$\lambda = l = 12$ km
$u = 0,8$ v
$\alpha = 0,05$

θ	I_b
0	1
20	0,896
40	0,565
60	0,178
80	0,022
100	0,0431
120	0,0762
140	0,040
160	0,0958
180	0,119

Ce tableau nous montre que, malgré l'amortissement, l'antenne conserve ses qualités unidirectionnelles. C'est au moyen de cette même formule 4 que l'on a construit les courbes 7 et 8 pour chacune desquelles l'amortissement a été pris égal à 0,5.

Antennes compensées. — Imaginons deux postes identiques émettant des ondes suivant la direction de l'antenne. L'un, celui que nous voulons recevoir, est dans la direction B A et l'autre, qui est l'élément perturbateur, est dans la direction A B.

Le premier produit en B une intensité I_b donnée par la formule 4′ et le second produit au même point B une intensité I'_b donnée par la

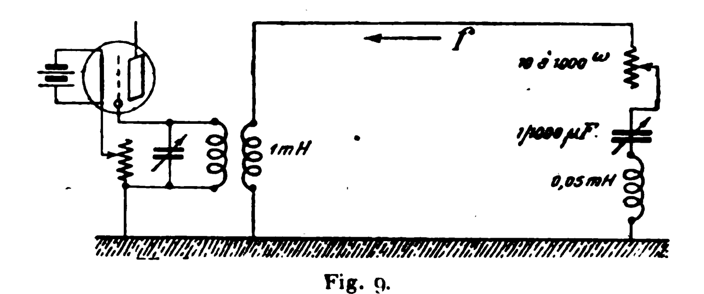


Fig. 9.

formule 4″; or, l'action de I'_b est perturbatrice; l'antenne sera dite « compensée » si nous annulons l'action de I'_b.

Nous avions supposé jusqu'à présent que les réflexions en A

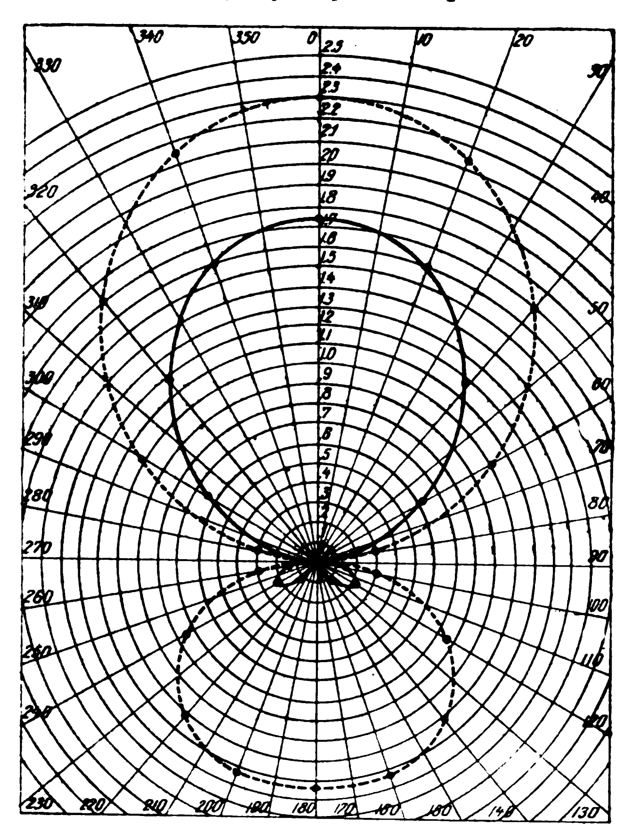


Fig. 10.

étaient nulles; pour annuler le courant I'_b il suffira de réfléchir en A un courant d'intensité et de phase telles qu'après un retour en B sa valeur soit précisément $-I'_b$ (1).

Pratiquement, on peut obtenir ce résultat en remplaçant l'impédance terminale z_t de la figure 1 qui était constituée par une résistance ohmique égale à l'impédance naturelle de la ligne par une impédance comprenant une self, une capacité et une résistance (fig. 9). Ce dispositif est dû à Kellog et, d'après les auteurs, il est le meilleur lorsqu'on se propose de ne recevoir à un instant donné que des signaux émis sur une longueur d'onde déterminée; il devient inutilisable lorsqu'on veut recevoir simultanément des signaux émis sur des longueurs d'onde différentes.

Signalons, enfin, qu'un calcul assez long mais sans difficultés montre que les qualités unidirectionnelles de l'antenne ne sont pas modifiées par les réflexions en B (2).

La courbe en traits pleins de la figure 10 correspond à une antenne compensée, alors que la courbe pointillée correspond à l'antenne non compensée. On a pris :

$$l = 3 \text{ km} \quad \lambda = 18 \text{ km} \quad \alpha = 0{,}5 \quad \lambda' = \frac{\lambda}{3}$$

(*A suivre.*) F. BEDEAU.

(1) Le calcul de ce courant s'effectue de la façon suivante :
Soit Z l'impédance de la ligne, I_1 le courant arrivant en A (sens BA), I_2 le courant réfléchi (sens A B), Z_t l'impédance terminale, on a :

$$Z_t = Z\frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2}$$

Pour que $I_2 = 0$ il faut que $Z_t = Z$, c'est ce que nous avions supposé jusqu'à présent. Comme nous connaissons la valeur du courant I_1 qui arrive en A et que le courant réfléchi I_2 devra, après avoir parcouru la longueur l, avoir la valeur $-I'_b$ il vient

$$-I'_b = I_2\, e^{-\dot{\alpha} l}\, e^{-\frac{2\pi j l}{\lambda'}}$$

d'où I_2 et par conséquent Z_t.

(2) *J. of the Amer. Institute*, mai 1923, p. 511.

LES ONDES TRÈS COURTES

par M. MESNY

Professeur d'Hydrographie de la Marine

(*Suite*) (1)

II. — LES ONDES DE 45 MÈTRES

But poursuivi dans les essais. — Occupons-nous maintenant des ondes de 45 mètres.

L'attention fut attirée sur les ondes courtes au moment même où les grandes longueurs d'ondes remportaient leurs plus beaux succès. Grâce à celles-ci, la liaison entre la France et l'Amérique venait d'être établie, elles semblaient indispensables pour les communications lointaines. Mais les conditions mêmes de ce succès imposaient quelques réflexions capables de faire douter de la valeur définitive du procédé ainsi réalisé. Le résultat n'était atteint, en effet, qu'au prix d'une forte dépense d'énergie, et il apparut surtout, dès les premières tentatives faites pour lutter contre les troubles d'origine atmosphérique, que la dépense jusque-là consentie était peu de chose au regard de celle qui eût été nécessaire pour donner aux communications une sécurité de tous les instants.

Il est, en effet, facile de se rendre compte, comme nous l'avons montré plus haut (p. 29), que les grandes ondes ont un rendement déplorable à l'émission et que l'on gaspille beaucoup d'énergie. Mais, d'autre part, d'après Zenneck et Sommerfeld, les ondes courtes sont rapidement absorbées lorsqu'elles cheminent le long de terrains médiocres.

L'hypothèse d'un plafond réflecteur d'ondes — la couche ionisée d'Heaviside — invoquée pour expliquer les communications à grande distance, laissait entrevoir la possibilité d'éviter, tout au moins en grande partie, cette déperdition d'énergie dans le sol. Il fallait envoyer l'énergie non plus selon des faisceaux dirigés au ras du sol, comme font les antennes ordinaires, mais suivant des rayons inclinés de façon à éloigner de la couche terrestre, au plus vite, les rayons hertziens. Le commandant Chaulard entreprit cette tâche qui fut réalisée dans les services de la Radiotélégraphie militaire sous la direction du général Ferrié.

(1) Voir le n° 25 de *l'Onde Électrique*.

Rien de plus facile, théoriquement, que de réaliser une telle modification de l'antenne. Il est évident, en effet, que sur un sol parfaitement conducteur une antenne verticale, vibrant avec un nœud d'intensité à son centre de figure, a un rayonnement nul dans la direction horizontale.

Sur la figure 11, on a représenté en traits ponctués le diagramme de rayonnement d'une antenne vibrant en quart d'onde (A) et en

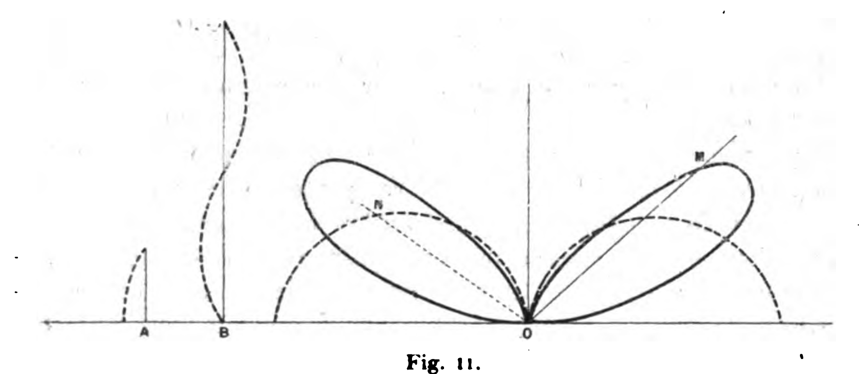


Fig. 11.

traits pleins celui d'une antenne haute d'une longueur d'onde (B). Les rayons OM et ON fournissent la valeur du champ rayonné dans les directions correspondantes; on peut aussi les considérer comme proportionnels aux distances auxquelles une émission donnée est perçue dans ces directions.

On trouvera dans une étude de Van der Pol Junior (1917) toute une série de diagrammes correspondant aux différentes dispositions d'antenne que l'on peut envisager ([8]). Il avait déjà songé à cette époque à utiliser de telles antennes pour vérifier l'existence d'une couche réfléchissante. Bien des combinaisons sont possibles, mais le fait essentiel c'est qu'on peut, en somme, faire varier à volonté l'inclinaison du faisceau le plus dense.

On conçoit donc qu'il semblait tentant de remplacer les émissions de nos grands postes par l'envoi de faisceaux d'ondes courtes, convenablement dirigés en hauteur. De cette façon, on éliminerait les pertes dans le sol dans un rayon étendu autour de l'émetteur; l'énergie se transmettrait ensuite par une série de réflexions successives sur la couche d'Heaviside et sur la terre, ou bien se laisserait guider sans pertes importantes par le plafond conducteur, jusqu'aux plus grandes distances.

Les objections ne manquaient pas et seule l'expérience pouvait décider; c'était tout un nouveau champ de recherches dont l'intérêt

scientifique était grand puisqu'il s'agissait de mettre en évidence et de préciser les propriétés d'une zone encore, à vrai dire, hypothétique, mais dont la vraisemblance devient chaque jour plus grande et qui doit jouer un rôle important dans beaucoup de phénomènes terrestres [9], [10], [11].

* * *

Méthode employée. — L'intérêt pratique était évident et l'espoir d'une réussite fut accru par les résultats obtenus lors du premier concours transatlantique en fin de 1921. Des expériences furent décidées en février 1922; malheureusement, elles n'ont pu, en raison de la pénurie de personnel, être poursuivies très activement.

La méthode choisie par le commandant Chaulard consistait à comparer, aux différentes distances, l'intensité de la réception de deux postes émettant avec le même courant d'antenne et la même longueur d'onde; mais l'une des antennes d'émission vibrait en quart d'onde selon le procédé ordinaire, l'autre vibrait en harmonique et émettait un faisceau de radiations dont l'intensité est maxima dans une direction inclinée de 35° environ sur l'horizontale.

En gros et théoriquement, dans l'hypothèse d'une couche réfléchissante, l'action de la première devait d'abord décroître progressivement avec la distance, et celle de la seconde, nulle aux courtes distances, devait ensuite se manifester nettement puis croître et passer par un maximum.

Il eût été nécessaire, pour obtenir des résultats concluants, de disposer d'un grand nombre de postes récepteurs, échelonnés en profondeur et percevant simultanément les émissions. Il fallait pour cela un personnel nombreux. Le général Ferrié eut alors l'idée de faire appel à la bonne volonté des amateurs qui ainsi, pour la première fois peut-être, furent appelés à participer à des essais scientifiques.



Difficultés rencontrées. — Telles furent dans leurs grandes lignes les dispositions adoptées. Elles comportaient des causes de faiblesse : les indiquer, c'est donner la raison des difficultés rencontrées au cours des essais, et c'est expliquer en même temps qu'on n'ait pu obtenir encore de résultats décisifs.

Tout d'abord, il eût fallu se placer dans des conditions aussi voisines que possible de l'idéal théorique : terre parfaitement conductrice et antenne éloignée de tout conducteur pouvant troubler le mécanisme

du rayonnement. Or, d'une part, pour ne recourir qu'à des antennes d'une réalisation facile et, d'autre part, pour ne pas utiliser, de prime abord, des ondes trop courtes, on fut conduit à adopter une onde de 45 mètres. Mais alors, pour des raisons d'économie, l'antenne dut être soutenue par un mât métallique qui certainement trouble les phénomènes. Cette difficulté fut encore aggravée du fait de l'emplacement qu'on dut choisir : le fort d'Issy, aux environs de Paris. On s'explique alors qu'on n'ait pu, en aucun cas, éteindre toute propagation à la surface du sol. Il semble même que, pour de très faibles modifications de la longueur d'onde, l'action du mât et des haubans puisse varier très notablement, si bien que malgré toutes les précautions prises il fut difficile de se placer, d'une émission à l'autre, dans des conditions tout à fait comparables. Les difficultés furent telles que maintenant, après les premiers essais sur ondes de 45 mètres, on a décidé de recourir à des ondes de 9 mètres, dont le système d'antenne n'est supporté par aucune pièce métallique. Les essais sur ces ondes de 9 mètres commenceront effectivement sous peu ; jusqu'ici ils n'ont encore porté que sur de faibles distances; et nous ne les mentionnons que pour mémoire.

Réaliser d'emblée une collaboration fructueuse avec les amateurs n'est pas non plus facile. On peut tirer un très grand parti de leur bonne volonté, mais la plupart se passionnent pour la téléphonie; la télégraphie, surtout dans les gammes de longueurs d'ondes non usuelles, trouve moins d'adeptes. Aussi le nombre de ceux qui ont participé aux expériences n'est pas très grand. En outre, à part quelques exceptions, l'amateur ne progresse souvent dans un domaine nouveau pour lui qu'en tâtonnant, il fait son expérience petit à petit, le degré de confiance qu'on peut attribuer aux observations est très variable. C'est là une des grosses difficultés du travail d'interprétation des résultats. Enfin, en raison du faible nombre de correspondants, on a relativement peu d'exemples de réceptions simultanées, qui sont pourtant les plus intéressantes. Il semble donc qu'ici, aussi, la méthode employée doive être modifiée et on a pris le parti, pour des expériences futures et dans le but de mieux coordonner les efforts, d'entrer en relations plus directes et plus suivies avec les amateurs qui ont déjà fourni des renseignements intéressants.

***

Procédés d'émission et de réception. — Il reste maintenant, avant d'examiner les résultats, à donner quelques détails sur l'émission et

la réception. Ces questions furent mises au point par les capitaines Taulier et Staut, et par le lieutenant Serre.

Après quelques essais, et pour éviter toute complication dans le montage de l'antenne, celle-ci, dans le cas de la vibration sur harmonique, a été réduite à un simple fil vertical A B d'environ 45 mètres de haut (fig. 12), terminé à sa base par une partie horizontale B C très voisine d'une terre rendue aussi conductrice que possible. Cette dernière partie vibre en quart d'onde, la portion verticale A B en onde entière. Pour l'émission ordinaire, l'antenne était un simple fil vertical d'environ 9 mètres.

Dans les deux cas, l'accouplement entre l'émetteur et l'antenne se

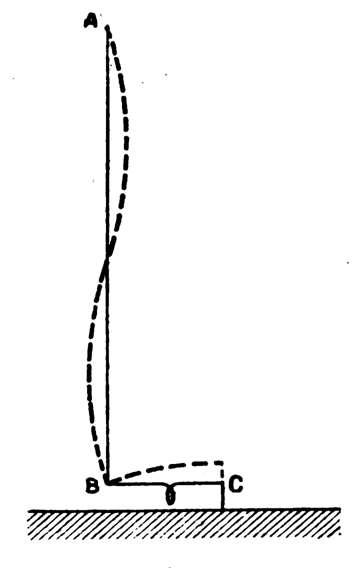


Fig. 12.

faisait par induction. L'émetteur comprenait deux triodes travaillant en opposition selon le dispositif déjà décrit (fig. 1, page 26). En pratique, pour les réglages, seule la fréquence du circuit plaque était modifiée.

Les triodes étaient alimentées sous 8000 volts environ par du courant à 1000 périodes redressé par des diodes dont on uniformisait le débit à l'aide d'un fort condensateur.

L'énergie mise en jeu dans l'antenne était estimée à moins de 140 watts dans le cas de l'onde fondamentale; elle a pu atteindre près de 500 watts dans le cas de l'émission en harmonique, mais il règne toutefois une certaine incertitude au sujet de ce dernier chiffre.

Pour rendre les réceptions facilement comparables, et en même temps pour faciliter la tâche des amateurs, on leur avait indiqué un

procédé de réception très simple utilisant une antenne horizontale d'une longueur d'une onde un quart, tendue à 5 mètres du sol et couplée d'une manière aussi serrée que possible à un cadre vertical de 1 m 20 de côté, fermé sur condensateur de 2 m μ F. (fig. 13). La réception se faisait soit sur lampe, soit sur galène, elle était amplifiée par

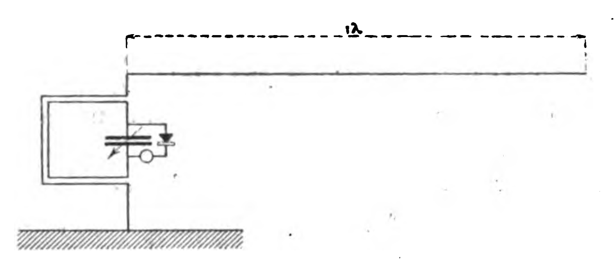


Fig. 13.

un appareil à trois étages basse fréquence. Les battements étaient produits à l'aide d'une hétérodyne dont tous les détails de construction avaient également été indiqués. Cette hétérodyne était aussi du type à triodes symétriques.

Il faut remarquer que le but poursuivi n'était pas d'obtenir une réception très sensible. Il s'agissait bien plutôt, pour faciliter l'interprétation des résultats, d'utiliser des postes de réception d'un fonctionnement commode et sûr, et surtout facilement comparables entre eux. Au surplus, toute latitude était laissée aux observateurs.

Le procédé indiqué a donné de bons résultats. Parmi ceux que les amateurs ont, de leur propre initiative, employés avec succès, on peut signaler d'une part l'antenne loin de l'accord avec détection et réaction sur une seule triode, d'autre part, le cadre avec triodes et réaction par l'hétérodyne; l'amplification B. F n'était pas alors nécessaire, même aux plus grandes distances (700 kilomètres). On trouvera dans deux articles de M. Deloy ([12]) et du lieutenant de vaisseau Blanchard ([13]) le détail de leurs observations.

***

Résultats obtenus. — Les essais sérieux à grande distance n'ont guère commencé qu'en février 1923. Jusqu'en mai, ils n'ont guère été suivis que par quatre correspondants; on en comptait une dizaine en août. Aucun d'eux n'a pu écouter d'une façon continue toutes les émissions; le plus souvent, les observateurs ne pouvaient consacrer aux essais qu'un temps très limité et ils n'écoutaient que deux ou trois séries d'émissions. C'est donc en somme sur un nombre d'observa-

tions relativement petit (un peu plus de 150) que portent les conclusions, et d'ailleurs, comme on l'a déjà mentionné, le nombre d'observations simultanées est faible, quinze transmissions seulement ont été écoutées par deux observateurs et celles qui ont été perçues par trois observateurs ne sont qu'au nombre d'une dizaine.

C'est dire que l'interprétation des résultats doit être faite avec la plus extrême réserve, d'autant plus que l'habileté des opérateurs était très différente.

On peut cependant essayer de grouper les faits, de façon à en déduire quelques conséquences provisoires, qui, malgré leur caractère d'incertitude, paraissent néanmoins devoir être signalées.

En premier lieu, si l'on excepte le cas de disparition soudaine ou

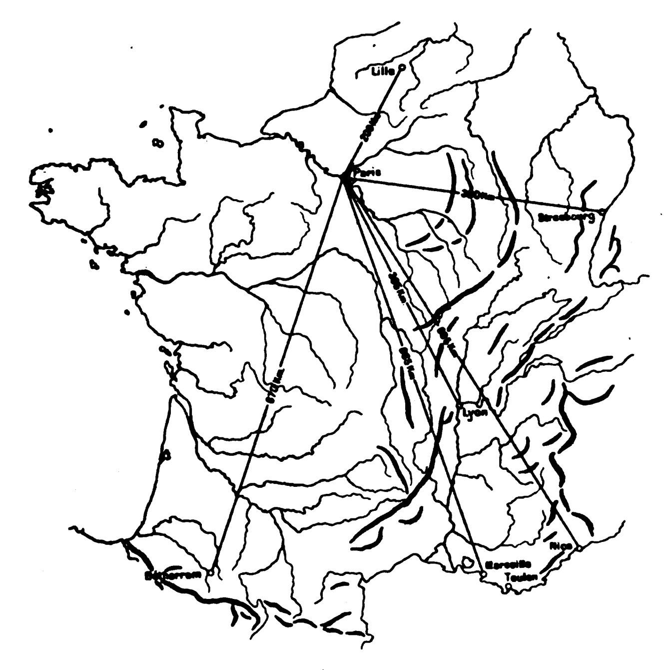


Fig. 14.

d'absence totale de l'émission, il semble qu'à Lille (200 kilomètres), les émissions sur fondamentales étaient plus fortement reçues que celles faites sur harmonique, qu'à Strasbourg (400 kilomètres), la différence était faible, et qu'à Nice (700 kilomètres), l'harmonique était très nettement supérieure à la fondamentale.

D'ailleurs, de Lille à Nice (ou plutôt entre 200 et 700 kilomètres), les intensités aussi bien sur fondamentale que sur harmonique sem-

blaient croître avec la distance. Tous ces résultats s'appliquent aussi bien aux essais de jour qu'aux essais de nuit.

En second lieu, la réception semble exceptionnellement forte, eu égard aux puissances mises en jeu, sur toute la côte méditerranéenne (Marseille, Toulon et Nice) et au pied des Pyrénées (Betharram près de Lourdes); tous ces points sont situés à peu près à la même distance de Paris (700 kilomètres). Ce fait est d'autant plus remarquable qu'en un point intermédiaire du parcours, à Lyon, la réception est en général médiocre et que des ondes qui chemineraient en ligne droite le long de la surface terrestre auraient à franchir, avant d'arriver à Toulon et à Nice, des régions dont le sol est très mauvais conducteur et qui sont parfois même très montagneuses.

*
* *

Analyse des résultats. — Les premiers résultats s'expliquent dans l'hypothèse d'un rabattement vers le sol des faisceaux hertziens inclinés émis par l'antenne qui vibre en harmonique; rabattement dû, soit à la couche d'Heaviside, soit à toute autre cause. L'action au départ d'une terre mauvaise conductrice entraîne, en effet, une modification du rayonnement. Pour fournir au sol l'énergie qui y est dissipée, les rayons doivent naturellement s'incliner. On conçoit donc que les conditions défectueuses dans lesquelles se trouvait l'antenne d'émission) compliquent singulièrement l'interprétation des résultats.

Quoi qu'il en soit, il est à remarquer que le phénomène de rabattement observé a lieu aussi bien le jour (à 9 heures, 11 heures et 13 heures) que la nuit, il est toutefois beaucoup plus intense la nuit.

Les seconds résultats semblent confirmer les premiers. L'hypothèse d'une canalisation étroite des ondes jusqu'à Marseille, le long de chemins parfaitement conducteurs : régions humides, voies fluviales, réseaux aériens, puis d'une diffusion le long de la côte méditerranéenne sur la mer bonne conductrice, paraît assez peu probable, celle d'une propagation en ligne droite le long du sol l'est encore moins. Il eût été désirable de repérer la direction du champ incident, mais quelques tentatives faites dans ce sens n'ont donné aucun résultat à l'abri de toute critique.

On est tenté de déduire encore de l'ensemble des résultats quelques autres conclusions. L'émission sur fondamentale elle-même est très bien reçue à 700 kilomètres, parfois même avec une force étonnante. Les rayons qui parviennent à cette distance paraissent donc avoir été émis sous un angle assez faible, puisque autrement, comme l'indique

la courbe de rayonnement au départ (fig. 11), leur intensité initiale eût été très faible. Ceci concorde bien d'ailleurs avec l'hypothèse d'une couche réfléchissante, dont l'altitude ne dépasserait guère 100 kilomètres, car alors les réflexions efficaces à 700 kilomètres de distance ne pourraient concerner que des rayons émis sous une faible inclinaison.

Mais le fait que la réception sur harmonique est considérablement renforcée pour de si grandes distances, alors que le faisceau le plus dense est émis sous une très forte inclinaison (voisine de 35°), conduit à admettre que le phénomène de rabattement de l'onde s'écarte notablement de la réflexion géométrique : il s'expliquerait beaucoup mieux par une action progressive sur l'inclinaison du faisceau, analogue à celle qu'on rencontre dans les phénomènes de mirage, la réflexion ordinaire ne se produisant peut-être jamais, ou n'ayant lieu qu'à une certaine altitude, alors que le rayon a déjà traversé des couches ionisées, qui lui ont fait subir des déviations importantes.

Tous ces résultats peuvent s'expliquer facilement dans l'hypothèse d'une couche conductrice. Si celle-ci existe, on peut encore déduire des observations une conséquence importante au point de vue pratique : c'est que l'inclinaison donnée au faisceau hertzien par l'émission sur harmonique n'était vraisemblablement pas celle qui convenait le mieux à la distance de 700 kilomètres. On pourrait donc attendre d'un dispositif judicieusement établi, des résultats encore plus remarquables.

Reste maintenant à examiner deux faits qu'on ne peut faire cadrer aisément avec ceux qui précèdent. L'un est signalé par un amateur qui n'a participé qu'à deux essais. A 250 kil. de Paris, il note que l'harmonique est nettement supérieur à la fondamentale. Peut-être se trouvait-il déjà dans la zone où le renforcement de l'émission sur harmonique, dû à la réflexion, est notable — il s'agit, d'ailleurs, de réceptions faites la nuit — et où les intensités des deux émissions sont tantôt plus faibles, tantôt plus fortes l'une que l'autre, quoique très sensiblement voisines. Peut-être aussi s'agit-il de conditions exceptionnelles à l'émission, les conditions de l'émission sur harmonique sont, en effet, assez variables comme on l'a déjà fait observer. Dans tous les cas, cette expérience n'infirme pas nettement les conclusions précédentes.

Le second fait est plus troublant. Alors que Marseille, un soir (le 16 mai entre 21 h et 21 h 30), accusait une réception très forte de la fondamentale et ne recevait pas l'émission sur harmonique faite dix minutes plus tard, Strasbourg ne percevait pas la première et rece-

vait la seconde avec une intensité exceptionnellement forte. Le résultat n'a d'ailleurs de valeur qu'en raison de la qualité exceptionnelle des observateurs tous deux très exercés, car il arrive souvent aux débutants de manquer une transmission, par suite d'une très légère variation de l'émission ou d'un léger déréglage de la réception. Ici, une semblable hypothèse est difficile à admettre.

Du reste, il semble bien que les circonstances étaient réellement tout à fait exceptionnelles, puisque l'émission sur harmonique est reçue ordinairement avec une remarquable régularité sur la côte méditerranéenne et qu'elle avait été parfaitement perçue une heure auparavant.

Cette double observation indique que les anomalies peuvent se produire dans une zone notable de l'atmosphère. En admettant que les actions réfléchissantes se passent surtout vers le milieu du trajet des ondes, la région intéressée s'étendait alors des monts du Lyonnais jusqu'en Argonne, sur plus de 300 kilomètres. Il est remarquable, d'ailleurs, que cette région est située à peu près le long d'un méridien, ce qui exclut l'hypothèse de fortes variations d'origine solaire dans l'ionisation locale. Il est évidemment toujours facile d'expliquer les résultats de cette espèce, en imaginant une répartition convenable des couches ionisées. Mais comme les faits observés n'ont duré qu'un temps très court et qu'ils sont exceptionnels, il faut admettre, d'une part, que l'ionisation de la haute atmosphère et la répartition des couches varient notablement, même après le coucher du soleil, et, d'autre part, qu'à l'instant considéré, par suite de ces variations, régnait dans la haute atmosphère un état de choses critique. Ces curieuses conséquences n'ont d'ailleurs rien d'impossible.

Dans tous les cas, pris isolément, ces phénomènes se rattachent aux disparitions ou affaiblissements mystérieux et soudains des transmissions dont on va maintenant dire un mot.

***

Phénomènes d'affaiblissement. — Ces phénomènes passent pour être très fréquents dans les transmissions par petites ondes et l'on pouvait craindre de leur voir jouer, avec les ondes de 45 mètres, un rôle particulièrement néfaste.

La disparition d'une émission au cours de la réception est, en effet, relativement fréquente et nombreux sont les cas où les émissions ayant été régulièrement faites, on ne s'explique pas que les correspondants n'aient rien perçu.

Mais si l'on compare les résultats obtenus par un même observateur du commencement à la fin des émissions, on ne peut pas ne pas être grandement frappé par la diminution progressive du nombre des émissions signalées comme non perçues. Après quelques semaines d'entraînement, les observateurs signalent rarement la disparition complète d'une émission, par contre, ils notent plus fréquemment de brusques variations de la longueur d'onde, nécessitant une modification des réglages à la réception. Ces sautes de longueur d'onde ne sont imputables qu'aux émetteurs.

Les vrais phénomènes d'affaiblissement sont donc beaucoup plus rares qu'on ne pourrait le croire. Ils existent néanmoins, certaines observations ne laissent aucun doute à ce sujet. Ils semblent surtout, à partir d'une certaine distance, être plus fréquents sur l'onde fondamentale que sur l'harmonique. Même sans disparaître complètement, la réception de l'onde fondamentale est souvent notée comme irrégulière, ce qui contraste avec la stabilité relative des réceptions de l'harmonique. Ces faits ne laissent pas d'ailleurs d'être assez curieux, car, à priori, on aurait pu supposer le contraire. Ils tiennent peut-être à ce que les rayons qui parviennent au loin ont été émis par l'antenne ordinaire dans des directions où l'intensité à l'émission varie rapidement; on se trouverait alors rapidement, pour de faibles variations des conditions atmosphériques, à la limite de portée.

***

Conclusions. — Les résultats des essais sur l'onde de 45 mètres s'expliquent assez bien dans l'hypothèse d'une action réfléchissante de la haute atmosphère. Cette action, très intense la nuit, ne serait pas négligeable de jour. Mais l'existence de la couche conductrice n'est pas prouvée d'une façon irréfutable, aussi, les essais sont-ils poursuivis afin d'augmenter le nombre des observations; ils seront en outre modifiés, pour obtenir plus de précision.

Au point de vue pratique, les réceptions obtenues à 700 kilomètres, par des expérimentateurs fort habiles, montrent qu'à cette distance, les signaux sont forts et stables, l'affaiblissement y est exceptionnel. On pourrait utiliser les ondes très courtes pour faire un service qui ne serait pas soumis à plus d'aléas que celui effectué sur les ondes longues; l'intensité des signaux serait aussi forte pour une puissance mise en jeu incomparablement plus faible.

Le service sur petites ondes serait même, malgré les rares cas d'affaiblissement, de beaucoup le plus sûr, car, résultat qui était

prévu, les troubles causés par les parasites sont excessivement réduits sur ces longueurs d'onde ; la réception se fait encore dans d'excellentes conditions, alors que, depuis longtemps, elle est impossible sur les grandes ondes.

R. MESNY.

Bibliographie

(8) Van der Pol Jun. : On the wave-lengths and radiation of Loaded antennae. *Proceedings of the Physical Society of London*, Vol. XXIX, Part. IV, 15 juin 1917, pp. 269-289.

(9) Bouthillon : La propagation des ondes électromagnétiques à la surface de la terre, pp. 214-298. Delagrave, éditeur.

(10) Fleming : Les progrès de la T. S. F. depuis vingt ans. *Journal of the Royal society of arts*, déc. 1921. *Annales des P. T. T.*, janv. 1923, pp. 3-61.

(11) Eckersley : Preuves de l'existence de la couche d'Heaviside. *Electrician*, T. LXXXIX, n° 2311, pp. 242-243, 1er sept. 1922. Analyse dans *O. E.*, n° 13, p. 57.

(12) L. Deloy. Pour recevoir « OC 45 ». *O. E.*, n° 18, pp. 362-363.

(13) Blanchard : La réception de « O C 45 » — *O. E.*, n° 21, pp. 544-545.

ANTENNES APÉRIODIQUES POUR ONDES COURTES (1)

Par Léon DELOY (8 AB)

Lors de mes premiers essais de réception sur onde de 45 mètres (voir *l'Onde Électrique*, n° 18), je me suis aperçu qu'il n'y avait pas avantage à accorder l'antenne. J'eus à la même époque l'occasion d'écouter les signaux de Poldhu sur 100 mètres environ de longueur d'onde et je fis sur eux la même remarque. Quelques autres essais, faits par la suite, me portent à croire que pour les ondes inférieures à 130 mètres environ, on ne gagne rien en accordant l'antenne.

(1) On lira avec profit l'article de M. Bethenod sur la réception au moyen d'une antenne non accordée. Le fonctionnement de ce système y est expliqué simplement. « Théorie de la réception sur antenne apériodique », *O. E.*, n° 23, pp. 617-619.
N. D. L. R.



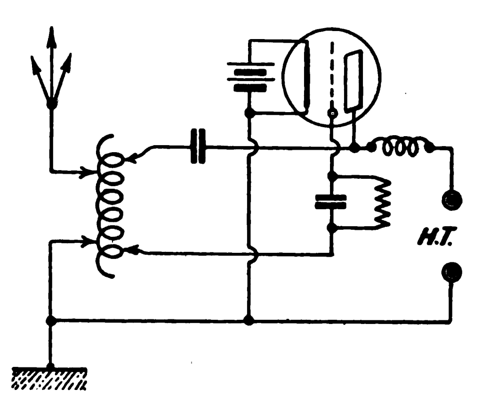
Mes premiers essais d'émission sur 100 mètres remontent au début de juin 1923. Les ayant entrepris trois jours avant mon départ de Nice, je n'eus pas le temps de construire une antenne spéciale et je me servis de celle que j'avais employée pour mes premières transmissions transatlantiques sur onde de 190 mètres. Cette antenne (voir *l'Onde Électrique*, n° 15) consistait en trois prismes complètement isolés les uns des autres jusqu'aux appareils. Sa fondamentale était d'environ 220 mètres. La self nécessaire au couplage devait bien la porter à 250 mètres, et il fallait une très petite capacité en série pour ramener l'accord à 100 mètres. En faisant les réglages, je m'aperçus que le condensateur d'antenne pouvait être court-circuité et la longueur d'onde maintenue à 100 mètres; l'intensité dans l'antenne restait sensiblement la même et mes correspondants 8 DA, M. Saumont, à Marseille, et 8 BF, M. Pierre Louis, à Orléans, me signalaient une réception également bonne dans les deux cas. Le schéma de principe était celui indiqué par la figure.

Lors du voyage que je fis en Amérique, l'été dernier, M. John Reinartz me fit part des résultats remarquables qu'il obtenait avec un montage employant une antenne et un contrepoids accordés et de « dimensions électriques égales » qu'il venait de réaliser. Ce montage, qui semble infiniment plus rationnel que celui de l'antenne apériodique et qui fonctionne remarquablement bien sur ondes de l'ordre de 100 mètres, me plut beaucoup et je l'employais exclusivement dès mon retour à Nice, fin octobre dernier, et jusqu'à la fin des essais transatlantiques qui viennent d'avoir lieu. C'est en employant ce montage (voir *l'Onde Électrique*, n° 24) que j'ai réalisé la première communication transatlantique régulière par postes d'amateurs et que je me suis fait entendre jusque sur la côte Pacifique des Etats-Unis.

Malgré ces bons résultats, j'étais décidé à refaire quelques essais avec mon montage en apériodique. En effet, lorsque 8 BF fit ses premières émissions sur 100 mètres en novembre dernier, il les fit d'abord avec mon montage apériodique, puis sur antenne accordée, et, bien que l'intensité dans son antenne soit de 0,7 ampère avec antenne accordée, et de 0,5 ampère seulement en apériodique, les signaux en apériodique étaient reçus ici et aussi par 8 DA beaucoup plus fortement que les autres. De même, le 16 décembre dernier, lorsque je demandais à 1 MO, M. Fred. Schnell, à Hartfort, Connecticut, d'écouter 8 BF et qu'il l'entendit immédiatement très fort, 8 BF était en apériodique.

Aussitôt les essais transatlantiques terminés, je revins donc à

mon montage en apériodique et en employant cette fois l'antenne qui me sert normalement accordée : prisme à quatre fils de 10 mètres de longueur à 25 mètres de hauteur avec descente bifilaire de 15 mètres environ et dont la fondamentale doit être voisine de 150 mètres. J'ai fait déjà plusieurs essais avec mon correspondant américain le plus



régulier, 1 XW, anciennement 1 MO. Il m'affirme que mes signaux sont beaucoup plus forts qu'ils n'ont jamais été et pourtant je ne mets actuellement que 2,5 ampères dans l'antenne au lieu de 3,5 pendant les essais transatlantiques.

Que faut-il conclure de tout cela? Je crois que de nombreux essais sont encore nécessaires avant que l'on puisse se prononcer de façon certaine, mais il est dès maintenant démontré qu'une antenne fonctionnant en apériodique donne d'excellents résultats pour la transmission et la réception des ondes courtes. Il serait intéressant d'étudier expérimentalement les meilleures dimensions à donner à l'antenne pour une longueur d'onde donnée, ainsi que le meilleur couplage à employer, et de rechercher si sur des ondes plus longues que celles de 130 mètres il y a également avantage à travailler en apériodique.

L. Deloy.

LISTE DES POSTES ÉMETTEURS PRIVÉS AUTORISÉS A LA DATE DU 21 FÉVRIER 1924

8AA	Riss, 38, boulevard Sainte-Beuve. . .	Boulogne-sur-Mer.
8AB	Deloy, 55, boulevard du Mont-Boron.	Nice.
8AC	Poste supprimé.	
8AD	Roussel, 12, rue Hoche	Juvisy-sur-Orge.
8AE	Dr Corret, 97, rue Royale	Versailles.
8AÉ	Revue « La T. S. F. Moderne », 11, avenue de Saxe	Paris.
8AF	« Radio-Club de France », 95, rue de Monceau.	Paris.
8AG	Colmant, 15, avenue de Robinson . .	Châtenay, par Sceaux (Seine).
8AH	Coze, 7, rue Laloi	Paris.
8AI	Gaumont, 12, rue Carducci	Paris.
8AJ	Société française Radioélectrique, 79, boulevard Haussmann	Paris.
8AK	Shrœder, 28, rue Lauriston	Paris.
8AL	Gody, quai des Marais.	Amboise.
8AM	Lemonnier, 13, allées Gambetta . . .	Marseille.
8AN	Montaillier, 2, rue Ravignan	Paris.
8AO	Lardry, 61, boulevard Négrier. . . .	Le Mans.
8AP	Peugeot, Sous-Rocher.	Audincourt (Doubs).
8AQ	Sassi, rue Marcellin-Berthelot. . . .	Arpajon.
8AR	Le Saulnier, 48, route de Neufchâtel.	Bihorel (S.-I.).
8AS	Coisy, 7 *bis*, avenue du Chemin-de-fer .	Rueil.
8AT	Proviseur Lycée du Parc.	Lyon.
8AU	Barrelier, 22, rue de la Paille. . . .	Le Mans.
8AV	Voos, 20, rue Werlé.	Reims.
8AX	Martin, 17, rue du Maréchal-Soult .	Alger.
8AY	Thuillier, 14, rue d'Ornano	Alger.
8AZ	Vuibert, 7, rue de Viry	Savigny-sur-Orge (S.-et-O.).
8BA	Michielsens, 35, passage Jouffroy . .	Paris.
8BB	Laborie, 69, av. de la Grande-Armée.	Paris.
8BC	Druelle, 6, rue des Domeliers	Compiègne.
8BD	Dubois, 211, boulevard Saint-Germain.	Paris.
8BE	Deslis, 24, rue d'Illiers	Orléans.
8BF	Louis, 8, rue de Mouillière	Orléans.
8BG	Horguelin.	Nuisement (Marne).
8BH	M. Courtecuisse, Société Tourcoing-Radio, 10, rue de Gand.	Tourcoing (Nord).
8BI	Laporte, 61, rue Letellier	Paris.
8BJ	Vincent, 50, passage du Havre. . . .	Paris.
8BK	Voisembert, 27, rue Jean-Binet . . .	Colombes (Seine).
8BL	Caisse de l'École Polytechnique, 10, rue Lhomond.	Paris.

8BM	Dupont, La Briquette	par Valenciennes.
8BN	Berché, 7, place Péreire	Paris.
8BO	Poste supprimé.	
8BP	Veuclin, rue du Canche	Rugles.
8BQ	Gavaudan, 1, place d'Arenc	Marseille.
8BR	Jardin, 2, Traverse des Sœurs-Grises de Saint-Barnabé	Marseille.
8BS	Delaunay, 1, place d'Astorg	Paris.
8BT	Redier, 9, rue du Cherche-Midi	Paris.
8BU	Poste supprimé.	
8BV	Perroux, 96, boulev. Montparnasse	Paris.
8BX	Vatinet, 5, avenue Gambetta	Vitry-sur-Seine.
8BY	Seksik, 47, rue Rémard	Marseille.
8BZ	Milou, rue du Pêcher	Montélimar.
8CA	Audureau, 29, rue de Bretagne	Laval.
8CB	Dussaugey, 29, place du Marché-Saint-Honoré	Paris.
8CC	Suquet, 18, avenue Kléber	Paris.
8CD	Dussert, 10, rue Peyras	Toulouse.
8CE	Motte M., 10, rue du Bloc	Amiens.
8CF	Guinard, Bramafan	par Sainte-Foy-lès-Lyon.
8CG	Dufour, 8, rue François-Bonvin	Paris.
8CH	Butez, 77, rue Claude-Bernard	Paris.
8CI	Hubert et Thirriot, 6, boulevard des Deux-Villes	Charleville.
8CJ	Barban, 18 *bis*, rue Demours	Paris.
8CK	Dr Roussin, 22, rue Roserie	Montélimar.
8CL	Mme Lebaudy, Moisson	par La Roche-Guyon (S.-et O.).
8CM	Poizat, 47, rue de Trévise	Paris.
8CN	Lafond, 70, rue des Carmes	Rouen.
8CO	Caudron	Issy-les-Moulineaux.
8CP	Daudois	La Queue-en-Brie (S.-et-O.).
8CQ	Gouy, 93, rue Armand-Carrel	Sotteville-les-Rouen (Seine-Inf.).
8CR	André Le Blanc, 87, rue St-Jacques	Marseille.
8CS	Burlet, 4, rue Tarbé	Reims.
8CT	Auschitzky, villa Cyclamen	Arcachon.
8CU	Houry, 20, rue des Anguignis	Orléans.
8CV	Coiffe, 12, rue du Clocher	Limoges.
8CX	Waddington, Vert-en-Drouais	Eure-et-Loir.
8CY	Burlet, 22, rue de Sillery	Reims.
8CZ	Crepin-Raverot, allée des Grandes-Fermes	Vaucresson.
8DA	Saumont, 37, rue Gondard	Marseille.
8DB	Colin, 12, rue Dumont-d'Urville	Alger.
8DC	Galy, 143, avenue de Saxe	Rouen.
8DD	Gaillard, Radio-Club dauphinois, École Vaucandon	Grenoble.
8DE	Le Blanc, 37, rue Reynard	Marseille.
8DF	Balandreau, 68, boulevard Pasteur	Paris.

8DG	Gilie, 108, rue Bicoquet	Caen.
8DH	Waché de Roo, 12, avenue Viton . .	Marseille.
8DI	Martin, 63-65, boul. de la République.	Nîmes.
8DJ	Établissements Radio LL, 66, rue de l'Université	Paris.
8DK	École centrale des Arts et Manufactures, 1, rue Montgolfier.	Paris.
8DL	Leblond, 65, quai Bérigny.	Fécamp.
8DM	Dr Baudoin, 120, avenue de Flandre .	Charleville.
8DN	Cheney et Martin, 44, rue de Sèze. .	Lyon.
8DO	Bourgeois, 5, rue des Futaies	Épernay.
8DP	Hueber, 40, boulevard du Roi. . . .	Versailles.
8DQ	Schlumberger, 2, rue des Francs . .	Guebwiller.
8DR	Société d'entreprises électrotechniques, 35, rue du Général-Foy. . .	Paris.
8DS	Poste supprimé.	
8DT	Caville, 22, rue de la Providence . .	Toulouse.
8DU	Galopin, 28, rue du Pontifroy. . . .	Metz.
8DV	Barthelet, Port St-Louis du Rhône.	
8DX	Amaury, 27, rue de Paradis	Paris.
8DY	Restout, 8, rue de la Haie, Bois-Guillaume	(Seine-Inférieure).
8DZ	Hervé, Radio-Union, 3, rue de Chaillot	Paris.
8ÉA	Villemin, 9, avenue Hoche	Paris.
8ÉB	Clayeux, 54, rue des Potiers	Moulins.
8ÉC	Coupleux, 24, rue Esquermoise . . .	Lille.
8ÉD	Grimod, 20, rue du Bel-Air	Laval.
8ÉÉ	Valentin, boul. Saint-Roch	Avignon.
8ÉF	Contant, 46, rue du Pré.	Pantin.
8ÉG	Radio-Union, 4, boul. de Strasbourg.	Toulouse.
8ÉH	Roses, 2, place du Château	Romorantin.
8ÉI	Société Anciens Établissem. Ancel, 36, rue de Liège	Paris.
8ÉJ	Gérardot, 16, rue Sainte-Cécile . . .	Paris.
8ÉK	Lemouzy, 42, av. Philippe-Auguste .	Paris.
8ÉL	Chaudre, 59, av. du Chemin-de-Fer .	Le Raincy.
8ÉM	Desmasures, 25, rue de l'Hôtel-de-Ville.	Neuilly-sur-Seine.
8ÉN	Sicard, 5, rue Sébastopol	Marseille.
8ÉO	Jaoul, 230, rue de la Convention. . .	Paris.
8ÉP	Dr Guillet, 28, rue des Carmélites. .	Caen.
8ÉQ	Sautou, 212, av. Victor-Hugo	Clamart.
8ÉR	Staeffen, 9, rue J.-J.-Rousseau. . .	Montmorency.
8ÉS	Radio-Union, 3, rue de Chaillot . . .	Paris.

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

La séance du 23 janvier comportait une communication de M. le commandant P. Franck sur la radiogoniométrie à bord d'avions, et une communication de M. Masnou sur l'alimentation des triodes d'un amplificateur par le courant alternatif.

A cette séance, ont été reçues les adhésions à la Société de MM. Grellet, ingénieur; Joseph, commerçant électricien; Pont, ingénieur E. S. E.; Dupont, docteur en médecine; Sayous, propriétaire; Lafaye, employé de commerce; Pellissier, professeur d'agriculture; Nampon, ingénieur; Graugnard, ingénieur des ponts et chaussées; Vallière, officier d'artillerie; Lambert; Uzenot, élève ingénieur des P. T. T.; Mittelmann, étudiant à Vienne (Autriche); Seigneur, étudiant; Waché, ingénieur; Mattéo Manzoni, ingénieur à Bologne (Italie); Meyer, ingénieur I. E. N.; Leandre, opérateur radiotélégraphiste.

COMITÉ INTERSOCIÉTAIRE

Les antennes et la foudre. — L'enquête ouverte par M. M. Cartault au sujet des effets de la foudre sur les antennes a permis de constater qu'il n'y avait pas eu de dégâts sérieux, lorsque, pendant les orages, la mise à la terre était soigneusement réalisée.

Les compagnies d'assurances sollicitées par notre collègue, qui leur avait communiqué le résultat de ses recherches, viennent de décider, par l'intermédiaire de leur syndicat général, que la mise à la terre de l'antenne constituant une précaution suffisante contre la foudre, il n'y avait pas lieu d'appliquer une surprime aux immeubles munis d'antennes.

Le Comité intersociétaire, répondant au désir exprimé par M. Cartault, remercie les radios militaires de la guerre, les amateurs et toutes les personnes qui, en transmettant le résultat de leurs observations, ont permis d'obtenir cet heureux résultat.

UNION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

Etude de l'affaiblissement.

Pour faciliter l'étude de l'affaiblissement, 8 A O (M. Lardry, 61, boulevard Négrier, Le Mans) fait tous les jeudis (à moins d'imprévu), à 20 h 30, des traits continus de deux minutes. En voici le programme :

20 h 30 à 20 h 31.	Série de V et CQ de 8 A O.
20 h 31.	Voici l'heure.
20 h 32.	Série de T.
20 h 33.	Top.
20 h 33′15″.	Série de D.
20 h 34.	Top.
20 h 35 à 20 h 37.	Trait continu.
20 h 37 à 20 h 39.	Intensité dans l'antenne pendant le trait, sa constance ou ses variations.
20 h 39 à 20 h 41.	Trait continu.
20 h 41.	Remarques sur ce trait. A R V A.

Jusqu'à l'installation d'un garde temps précis, les heures passées ne seront peut-être pas celles de Greenwich ; mais ce qu'il importe c'est que tous les récepteurs aient la même heure.

Le but de ces émissions est la mise au point de la question de simultanéité ou non-simultanéité du fading en différents lieux ainsi que l'étude de la marche de ce phénomène. Il est nécessaire pour cela que les récepteurs soient aussi nombreux et aussi disséminés que possible.

Longueur d'onde à l'émission : 200 mètres.

Tonalité : La normale (alternateur à fréquence un peu inférieure à 900 périodes.)

Les mesures de réception se font très facilement au téléphone shunté, le coefficient d'audibilité étant défini par :

$$A = \frac{Z + r}{r}$$

où Z est l'impédance du casque et r la résistance du shunt.

Il est de la plus haute importance que ces mesures soient faites le plus sérieusement possible relativement à l'heure où se fait sentir l'affaiblissement.



COURS DE RADIOTÉLÉGRAPHIE ÉLÉMENTAIRE

organisé au Conservatoire national des Arts et Métiers sous les auspices de la Société des Amis de la T. S. F.

Le cours public et gratuit d'enseignement élémentaire de la radiotélégraphie, organisé au Conservatoire national des Arts et Métiers sous les auspices de la Société des Amis de la T. S. F. et le patronage du général Ferrié, reprendra le 30 avril prochain.

A. **Conférences.**

Il comprendra 27 conférences dont :

Huit conférences d'électrotechnique générale préparatoire à la radiotélégraphie par M. Chaumat, professeur d'électricité industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers (L'énergie. Formes. Transformations. Principe de la conservation de l'énergie. Magnétisme. Piles. Accumulateurs. Courant électrique. Lois d'Ohm et de Joule. Association des piles et des accumulateurs. Condensateurs. Condensateurs utilisés en T. S. F. Électrostatique. Électromagnétisme. Induction. Courant alternatif. Machines électriques à courant continu. Convertisseurs. Charge des accumulateurs. Alternateurs et transformateurs. Alternateurs haute fréquence). Ces conférences auraient lieu le 30 avril et les 3, 5, 8, 10, 13, 16 et 19 mai.

Sept conférences relatives aux généralités sur la télégraphie sans fil, par M. le commandant Metz (Historique des travaux qui ont conduit à la télégraphie sans fil. Charge et décharge d'un condensateur. Étude des circuits couplés. Circuits ouverts. L'antenne. Rayonnement d'une antenne. Propagation et pénétration des ondes. Les principaux dispositifs émetteurs. La réception. Différents dispositifs récepteurs. Théorie sommaire du détecteur et de l'hétérodyne. Généralités sur la réception en téléphonie. Emploi de la radiotélégraphie en dehors des transmissions de messages. Signaux horaires. Télémécanique. Transmission des images. Applications diverses). Ces conférences auront lieu les 22, 24, 27 et 30 mai, les 2 et 5 juin et le 9 juillet.

Quatre conférences sur la théorie générale des lampes par M. Jouaust, ingénieur au Laboratoire central d'Électricité (Théorie générale. Amplificateurs. Production des oscillations haute fréquence au moyen des lampes. Réaction. Superréaction. Lampe à l'émission. Postes à lampes). Ces conférences sont prévues pour les 13, 16, 19 et 21 juin.

Quatre conférences sur les mesures en haute fréquence et la technique et l'emploi des cadres par M. le professeur d'hydrographie de la Marine Mesny (Instruments de mesure en haute fréquence.

Ampèremètres. Thermo-éléments. Téléphone. Résistance en haute fréquence. Amortissement. Mesure des longueurs d'ondes. Ondemètres. Mesure des inductances et des capacités. Détermination des constantes d'une antenne. Radiogoniométrie. Principe du cadre. Compensation. Émission dirigée. Mesure du rayonnement. Déviation des ondes). Ces conférences auront lieu les 7 et 10 juin, 5 et 8 juillet.

Quatre conférences sur la réalisation, le montage et le réglage des appareils à lampes par M. Clavier, ingénieur à l'Établissement central du Matériel de la Radiotélégraphie militaire (Réception des ondes amorties et de la téléphonie. Différents types de montages. Réception de la télégraphie sans fil. Amplificateurs. Réception enregistrée. Réception des ondes courtes. Antennes particulières. Amplification à haute fréquence des ondes courtes. Changement de fréquence. Appareils d'émission. Différents modes d'amorçage et d'entretien des oscillations. Montages pratiques. Réglages. Émission téléphonique. Modulation). Ces conférences auront lieu les 24, 27 et 30 juin et le 3 juillet.

B. Travaux pratiques.

Travaux pratiques. — Ces cours publics seront suivis de démonstrations expérimentales et travaux pratiques pour les élèves régulièrement inscrits. Ces travaux pratiques seront exécutés avec le concours de M. Lefrand, préparateur de la chaire d'électricité industrielle du Conservatoire. Ils comprendront un cours de lecture au son, des conférences expérimentales, et une série de manipulations dont voici la liste :

1. Étude de l'ondemètre. Mesure des longueurs d'ondes. Comparaison de deux ondemètres par résonance. — 2. Prédétermination d'une inductance par formule simple. Construction. Mesure par résonance. — 3. Prédétermination d'une capacité par formule simple. Construction des petits condensateurs fixes au mica. Mesure par résonance. — 4. Réception sur galène. Étude des différents modes de couplage avec l'antenne. Syntonie. — 5. Caractéristiques statiques de la lampe à trois électrodes. — 6. Détermination par méthode simple du coefficient d'amplification en volts de la lampe à trois électrodes. 7. Étude de la lampe comme détectrice. Condensateur shunté sur grille. Ajustement du point de fonctionnement grille. — 8. Emploi de la réaction. Lampe autodyne. Amorçage des oscillations. Réception des ondes entretenues. — 9. Amplification à basse fréquence. Montage à transformateurs. — 10. Amplification à haute fréquence. Montage à résistance. — 11. Amplification à haute fréquence. Montages

favorables pour les ondes courtes. — 12. Emploi du téléphone shunté pour l'évaluation de l'intensité à la réception. — 13. Étude expérimentale du pouvoir directif des cadres. Radiogoniométrie.

C. **Conditions d'inscription. Brevet de radiotélégraphiste.**

Il sera admis deux cents élèves en suivant l'ordre des inscriptions parvenues avant le 15 avril; mais en tenant compte de l'ordre de préférence suivant :

1° Membres de la Société des Amis de la T. S. F. devant être incorporés en novembre 1924 ou en mai 1925; 2° jeunes gens non sociétaires ayant les mêmes dates d'incorporation ; 3° membres de la Société des Amis de la T. S. F. ne devant pas être incorporés aux dates indiquées ; 4° inscrits non sociétaires et non immédiatement incorporables.

Les cours auront comme sanction, pour les élèves inscrits, un brevet de radiotélégraphiste délivré par le Conservatoire des Arts et Métiers, après examen écrit et oral fixé au 10 et 12 juillet. L'examen écrit comprend une épreuve de lecture au son qui peut être éliminatoire.

Les élèves du Cours qui auront obtenu le brevet seront incorporés sur leur demande à une unité de télégraphistes et signalés à leur chef de corps comme aptes à faire des radiotélégraphistes. Les unités de télégraphistes qui incorporent des jeunes soldats sont les suivants : 8e régiment du génie (1 bataillon à Tours, 1 à Toulouse, 1 au Mont Valérien); 18e régiment du génie (2 bataillons à Nancy, 1er bataillon à Lille, 1 bataillon à Grenoble); 42e et 44e bataillons du génie à Mayence; 43e bataillon à Rabat (Maroc); 45e bataillon du génie à Hussein Dey, près Alger.

Le choix de la garnison ne dépend que du recrutement. En principe, les jeunes gens sont envoyés d'autant plus loin de leur résidence que le nombre de leurs frères ou sœurs est plus réduit. Les fils uniques sont en général incorporés au Maroc ou à l'armée du Rhin, mais toujours dans une unité de télégraphistes.

Les inscriptions pour les Travaux Pratiques seront reçues jusqu'au 15 avril au Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin.

Les candidats devront faire connaître : leur nom, leur adresse, leur date de naissance, leur situation militaire et dire s'ils sont ou non Membres de la Société des Amis de la T. S. F.

Le prix d'inscription aux travaux pratiques est de 60 francs. Ce prix sera réduit à 40 francs pour les membres de la Société des Amis de la T. S. F. Ces frais de scolarité seront versés au début du cours.

ANALYSES

TUBES ÉLECTRONIQUES

L'émetteur d'ondes entretenues modulées à auto-excitation; E. Hanz et J. Zenneck. *Jahrbuch der drahtlosen*, janvier 1923. — Les auteurs ont étudié dans un article précèdent les dispositifs émetteurs d'ondes entretenues modulées par une source étrangère; ici ils étudient les dispositifs émetteurs qui donnent naissance simultanément à une oscillation HF et une oscillation BF modulatrice.

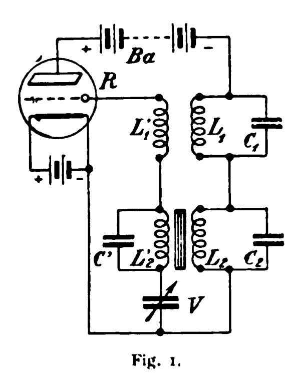


Fig. 1.

Les montages utilisés pour cette étude sont conformes aux schémas des fig. 1 et 2; ces derniers diffèrent (position de la batterie de plaque mise à part) par les positions relatives des bobines L_1 et L'_1; dans le schéma 1, elles sont en série, alors que dans 2, elles sont en parallèle. Dans les deux cas, le condensateur C' est nécessaire; dans le montage 1 il shunte L'_2 et donne libre passage aux courants de HF, dans 2 il évite la mise en court circuit de L'_2 par L'_1.

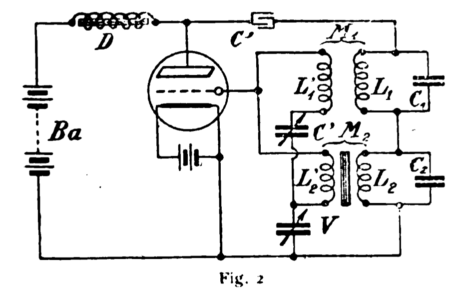


Fig. 2

Les expériences ont été effectuées avec une lampe RS 19 de la « Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie » montée suivant le schéma 1.

La fig. 3 fournit la caractéristique de la lampe employée dans les conditions où les essais ont été réalisés.

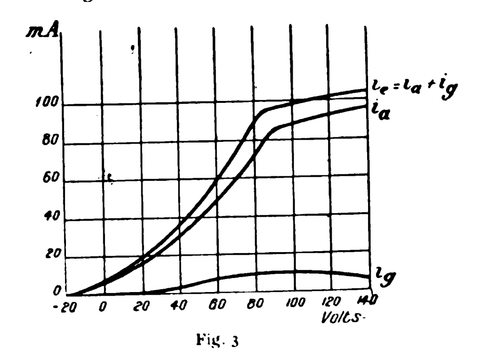


Fig. 3

Les auteurs ont employé pour leurs recherches un tube de Braun (fig. 4); par l'intermédiaire des plaques PP' les oscillateurs HF provoquaient sur l'écran un déplacement vertical de la tache lumineuse, les oscillations BF provoquaient, au moyen du champ magnétique des bobines S' S'', une déviation horizontale. Ainsi une représentation de la modulation était obtenue sur l'écran ou la plaque photographique. Une première série d'essais a montré l'influence du couplage des bobines L_1 L'_1, L_2 L'_2 et surtout de la capacité C'.

Plus la capacité C' est faible, plus grande est la tension BF agissant sur la grille et plus le courant HF qui se dirige vers cette grille est faible; aussi l'effet des oscillations BF est-il renforcé lorsque C' est diminué.

Les circuits L_2 C_2, L'_2 C'_2 étant deux circuits en couplage serré et disposés l'un sur la grille, l'autre sur le circuit plaque, une seule des oscillations de couplage peut être entretenue; c'est celle dont la fréquence se rapproche le plus de la fréquence propre de L_2 C_2. Cependant on constate l'apparition périodique de la 2e oscillation de couplage; elle n'apparait que pendant la demi-période de l'oscillation entretenue qui rend positive la tension grille.

Pour étudier ce dernier phénomène, C' était relié à P' P'' pendant que le courant BF de L'_2 C_2 circulait dans les bobines S' S''.

Une deuxième série d'essais porte sur les qualités de la modulation suivant la position du point de fonctionnement sur la caractéristique. Si la

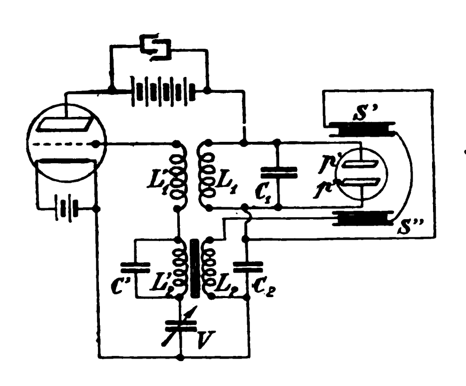


Fig. 4.

tension de grille est telle que ce point soit situé au milieu, la modulation ne sera pas symétrique pendant les deux demi périodes d'une oscillation BF et cela parce que, pendant la demi période où la tension alternative BF est négative, la tension plaque s'élève, pendant l'autre demi période elle s'abaisse, d'où une amplitude plus élevée des oscillations HF pendant la 1re demi période.

Si la tension grille est suffisamment élevée pour donner un point de fonctionnement situé au coude ou dans la partie droite de la caractéristique, une valeur négative de la tension BF ne pourra que produire une augmentation de la tension plaque, donc favorisera l'entretien des oscillations HF et la modulation sera plus régulière.

Si la tension grille est bien inférieure à celle correspondant au point milieu de la caractéristique, le même raisonnement fournirait, lors d'une tension BF positive appliquée à la grille, une diminution de la tension plaque, ce qui rend alors instable le régime oscillatoire et peut même le détruire.

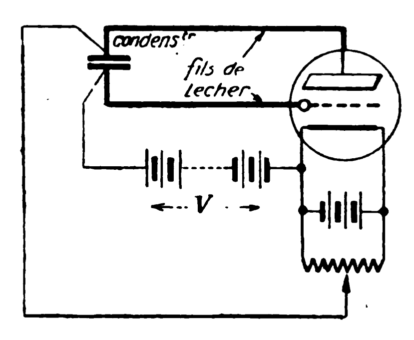
Mais cette influence de la position du point de fonctionnement sur le caractère de la modulation s'efface devant celle des oscillations BF qui apportent des modifications importantes et que l'on peut régler. Pratiquement, on peut donc utiliser un point de fonctionnement fixe et une capacité C' pas trop faible et obtenir toutes les formes de modulation en réglant le couplage L_2 L'_2, le couplage L_1 L'_1 restant fixe.

Diverses photographies correspondent à ces séries d'expériences; dans chaque série le même phénomène a été observé pour des influences croissantes de l'oscillation BP. En mettant en court circuit les condensateurs C_1 ou C_2, on obtient un trait horizontal ou vertical qui peut servir de mesure à l'amplitude maximum des oscillations BF ou HF.

On constate ainsi que l'amplitude des oscillations HF en présence des BF est plus grande que l'amplitude des oscillations non modulées; l'inverse se produit pour les oscillations BF.

Les auteurs concluent en déclarant les émetteurs d'ondes entretenues susceptibles de fournir le degré de modulation désiré, avec divers avantages sur les montages avec source BF extérieure : d'abord une plus grande simplicité dans le montage et ensuite une constance remarquable de la BF, ce qui est très avantageux si le système récepteur utilise un circuit en résonance avec la BF. — H. d'Hombres.

L'entretien des oscillations de très haute fréquence par les triodes ; F.-W.-B. Gill. *Experimental Wireless*, octobre 1923. — L'auteur étudie d'abord le montage classique d'une lampe en oscillatrice, un circuit oscillant étant intercalé dans le circuit de plaque; le tube à vide entretient les oscillations si les électrons fournissent de l'énergie à l'oscillation primitive ; si les électrons absorbent au contraire de l'énergie à l'oscillation, il y a extinction. Mais dans cette théorie on néglige le temps de passage des électrons du filament à la plaque par rapport à la durée d'une oscillation. Si, une oscillation créant à l'instant t, aux bornes du condensateur du circuit oscillant une différence de potentiel $V_0 \sin pt$, une charge quitte le filament au même



instant, elle va se mouvoir sous l'influence d'une tension variant de $V + V_0 \sin pt$ à $V + V_0 \sin p(t + T)$, T étant le temps de passage des électrons du filament à la plaque, le courant de plaque n'est donc plus en phase avec la tension de plaque. Ce phénomène ne commence à prendre de l'importance que pour des ondes de 20 à 30 mètres avec des triodes ordinaires, et l'entretien des oscillations devient impossible lorsqu'on atteint environ 2 mètres.

M. Gill rappelle alors la méthode indiquée par Barkhausen et Kurz dans le *Physikalischer Zeitschrift*, de janvier 1920.

Elle consiste à réaliser le schéma ci-contre, la grille étant portée à un potentiel V par rapport au filament, la plaque étant au même potentiel que celui-ci; le circuit oscillant est constitué par un système Lecher (2 fils parallèles) et une capacité assez faible.

Lorsque le circuit n'oscille pas, les électrons quittant le filament se précipitent vers la grille, certains la traversent et la dépassant se dirigent vers la plaque, mais la plaque étant au potentiel O leur vitesse diminue et s'annule un peu avant d'arriver sur la plaque, ils reviennent alors vers la grille et participent au courant de grille.

La tension V étant grande, le courant de grille est le courant de saturation et on peut le considérer comme constant pour de petites variations de la tension de grille.

Lorsqu'une oscillation a pris naissance, la distribution des potentiels est :

Potentiel filament O;

Potentiel grille $V - \frac{V_0}{2} \sin pt$;

Potentiel plaque $\frac{V_0}{2} \sin pt$.

Si le temps de passage T est négligeable par rapport à la durée d'une oscillation,

De $t = 0$ à $t = \frac{\pi}{p}$ la plaque est positive, des électrons arrivant alors jusqu'à elle et on a un courant i;

De $t = \frac{\pi}{p}$ à $t = \frac{2\pi}{p}$ la plaque est négative, aucun électron n'arrive à la plaque, le courant i retourne à la grille.

Le travail fourni aux électrons par cycle, se divise en trois parties :

1° $$\int_0^{\frac{2\pi}{p}} i_1 \left(V - \frac{V_0}{2} \sin pt\right) dt = \frac{2\pi}{p} i_1 V$$

correspondant au courant de grille, ce travail est fourni par la batterie;

2° $$\int_0^{\frac{2\pi}{p}} i \frac{V_0}{2} \sin pt = 0;$$

3° $\displaystyle\int_{\frac{\pi}{p}}^{\frac{2\pi}{p}} -i\frac{V_0}{2}\sin pt = \frac{2 I V_0}{p}$

ce terme provient de l'oscillation.

L'oscillation fournit de l'énergie aux électrons, donc la lampe n'entretient pas les oscillations pour les grandes ondes.

Si le temps T n'est plus négligeable par rapport à $\frac{2\pi}{p}$, le déplacement d'un électron passant la grille à l'instant t a lieu sous une tension de plaque variant de $\frac{V_0}{2}\sin pt$ à $\frac{V_0}{2}\sin p(t+T)$.

Il s'ensuit que, d'une part, les électrons qui traversent la grille pendant un intervalle de temps $\frac{\pi}{p}$ atteindront la plaque, pendant l'intervalle $\frac{\pi}{p}$ suivant ils retourneront à la grille, mais ces intervalles $\frac{\pi}{p}$ ne sont pas en phase avec l'oscillation, d'où un changement dans les limites d'intégration de 3, variation qui peut provoquer un changement de signe.

D'autre part, la tension de plaque ne reste pas constante, le calcul complet (*Philosophical Magazine*, juillet 1922), montre que, lorsque le travail représenté par 3 est négatif :

Si le rapport $\frac{\text{durée d'une oscillation}}{\text{temps de passage}}$ est 4, le travail est — 47.

Si le rapport $\frac{\text{durée d'une oscillation}}{\text{temps de passage}}$ est $\frac{8}{3}$, le travail est — 85.

Si le rapport $\frac{\text{durée d'une oscillation}}{\text{temps de passage}}$ est 2, le travail est — 36.

Si le rapport $\frac{\text{durée d'une oscillation}}{\text{temps de passage}}$ est 1, le travail est — 32.

Le travail fourni étant exprimé dans un certain système d'unités. Si le rapport est supérieur à 8 les oscillations s'éteignent.

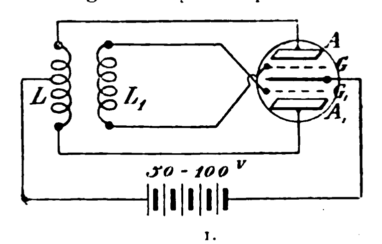
Le temps de passage est approximativement proportionnel à la racine carrée de V, il y a donc un accord entre la tension employée et la longueur d'onde obtenue.

La puissance ainsi obtenue est toujours très faible, de plus, le circuit ne résonne pas sur sa longueur d'onde fondamentale, lorsque la tension appliquée à la grille correspond à un harmonique le circuit oscille sur cet harmonique, plutôt que sur la fondamentale, ceci explique la petitesse des longueurs d'onde obtenues. Avec 800^v appliqués à la grille, une longueur d'onde de 30 cm a été atteinte, avec 200^v, 60 cm. — D'H.

Émetteurs radiotélégraphiques à tubes électroniques; W. R. C. Baker. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, t. II, n°6 décembre 1923, pp. 601-659. — Dans cet article, l'auteur décrit les divers modèles de postes à lampes réalisés par la General Electric Cy. On y trouve en particulier des données très intéressantes sur les divers types de lampes émettrices de 5 à 5000 watts utilisées sur ces postes ainsi que sur les redresseurs (Kéralvens) destinés à les alimenter. — Jouaust.

Sur les méthodes de production d'oscillations au moyen de tubes électroniques à 5 électrodes ; A. Danilewsky. *Jahrbuch der drahtlosen*, mars 1923. — L'auteur présente une lampe de sa construction, datant de 1920.

Elle se compose de 2 plaques planes et de 2 grilles symétriquement dis-



1.

posées de part et d'autre d'un filament en forme d'anneau. Les plaques sont fixées par leurs extrémités supérieure et inférieure à de petits cadres de verre, sur lesquels le

fil de grille est enroulé, ainsi chaque grille enlace sa plaque. L'intervalle anode-grille est d'environ 2 millimètres. Le filament est fixé à un petit cadre semblable: l'écartement filament grille est également 2 millimètres.

Pour la génération d'oscillation le montage est indiqué par la fig. 1; il est destiné à produire des oscillations de quelques mètres de longueur d'onde, aussi les bobines L et L_1 ne comprennent que peu de spires.

Ce montage avec couplage par induction est en accord, quant à son principe, avec le montage de Hollborn

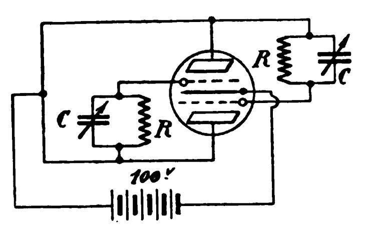


Fig. 2. — C de 10 à 24 cm R = 1 Ω

(Zeitschrift für Phys. 6. 1921). Mais la production d'oscillations peut aussi être réalisée en employant un couplage électrostatique (fig. 2); ce même montage peut être effectué en employant 2 lampes à 3 électrodes (fig. 3). La fig. 4 donne un montage

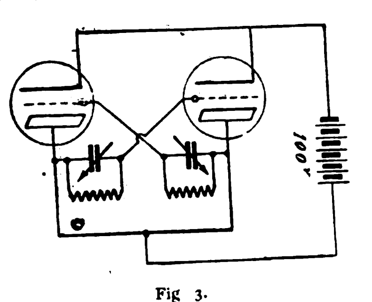


Fig 3.

analogue à celui de la fig. 2, pouvant servir à la production ou à la mesure de petites ondes, une des capacités étant remplacée par 2 fils parallèles et le chauffage convenablement réglé.

F, F_1 sont deux petites bouteilles de Rubens composées d'un tube de verre

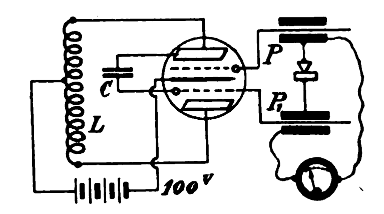


Fig. 4. — L = 0,002 henry C = 15 cm.

de 3,5 millimètres de diamètre et 30 millimètres de longueur, qui ont été recouverts d'étain.

Les deux petites bouteilles sont reliées par un détecteur aux bornes duquel est branché un microampèremètre.

La fig. 5 reproduit une des courbes

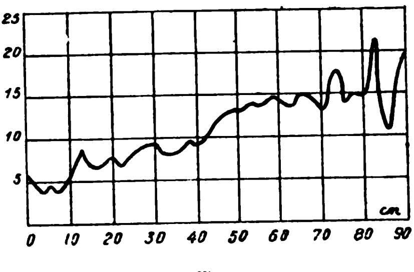


Fig. 5.

représentant la répartition de la tension en fonction de la distance du système de mesure à l'émetteur.

Toutes les courbes obtenues montrent que le phénomène ne dépend ni de la tension plaque, ni du chauffage, au moins dans ses grandes lignes. Cependant on a observé une variation, dans la distance qui séparait un minimum du maximum immédiatement voisin, lorsque divers tubes étaient employés; ceci peut s'expliquer par la présence d'harmoniques d'ordre supérieur.

Les premières lampes de ce modèle furent exécutées en 1921 au laboratoire de Nishny-Novgorod; maintenant elles sont construites à l'Institut physico-technique de Moscou — H. d'Hombres.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Au sujet d'une lampe modulatrice située dans le circuit grille filament d'une lampe d'émission. — Nous avons reçu la lettre suivante :

« M. Latour a fait paraître, par l'intermédiaire de M. le commandant Jullien, dans *l'Onde Électrique* de novembre 1923, une note dans laquelle il indique que le brevet n° 502 722 (15 février 1916) couvre le montage comprenant une lampe modulatrice placée en série dans le circuit filament grille d'une lampe d'émission, montage qui est décrit dans mon brevet n° 503 942 (14 décembre 1917) et dont j'ai revendiqué la paternité à propos du poste de téléphonie sans fil de la Tour Eiffel (*Onde Électrique* de juillet 1922, p. 437).

« Or, l'objet principal du brevet cité par M. Latour, le seul qui soit décrit d'une façon concrète, consiste à placer la lampe modulatrice, non en série, mais en parallèle sur l'espace filament grille de la lampe d'émission, comme cela est d'ailleurs représenté sur les schémas du brevet en question, et de *l'Onde Électrique* de novembre 1923.

« Le mécanisme de la modulation qui, dans ce cas, est due à une absorption d'énergie par la lampe modulatrice est entièrement différent de celui du montage que j'ai préconisé et qui, lui, est basé sur la variation de résistance (lampe modulatrice) du circuit de retour au filament du courant détecté par la lampe d'émission elle-même. Ce dernier montage nécessite, comme le remarque d'ailleurs M. Latour, l'emploi d'un condensateur pour laisser passer la haute fréquence.

« Au surplus, le montage parallèle était connu antérieurement à 1916, on le retrouve notamment dans le brevet anglais 7367 de 1915, au nom de la British Thomson (provenance de la G. E. Co) où le montage de la lampe modulatrice parallèle du brevet 502 722 se trouve identiquement.

« Il est vrai que M. Latour a glissé dans les dernières lignes de son brevet, la phrase : « on pourrait encore placer la lampe (modulatrice) dans le circuit grille filament (de la lampe d'émission) », mais il ne nous indique pas du tout comment on doit faire le montage, et l'on pourrait être tenté de le faire conformément à la demande de brevet de de Forest de 1915 dans laquelle la lampe modulatrice est montée à l'envers (la plaque de la lampe modulatrice est reliée à la grille de la lampe d'émission) de telle sorte qu'elle s'oppose au passage du courant détecté dont nous parlions plus haut. (Voir *Illustrated Official Journal,* du 1er novembre 1916, p. 523, résumé relatif à la Patent Anglaise 101 415 déposée avec priorité du 4 septembre 1915).

« De tout ceci, il semble qu'on peut conclure, que si M. Latour peut peut-être (d'une façon fort discutable d'ailleurs) revendiquer d'avoir mis avant moi une lampe modulatrice en série dans le circuit grille filament d'une lampe d'émission, il ne m'en parait pas moins certain que je suis le premier à avoir, dans le brevet 503 942, indiqué comment il fallait placer cette lampe en donnant une théorie de son fonctionnement.

« G. BEAUVAIS. »

Un ami Siamois de la T. S. F. — Nous recevons de M. le lieutenant de vaisseau Tranier l'information suivante :

« Le prince Kambaeng Beyra Purachatra vient d'arriver en France. Frère de S. M. le roi de Siam, il occupe les hautes fonctions de ministre des Travaux Publics du royaume.

« Pendant la relâche que firent dans les eaux siamoises les croiseurs de la division volante de l'amiral Gilly, le prince vint à bord du *Jules-Michelet* et visita le bâtiment. Grand ami de la

France, le prince Purachatra s'intéresse beaucoup à notre effort industriel. D'une vaste culture scientifique, il possède sur les sujets les plus divers une remarquable compétence. Il s'intéresse vivement, en particulier, à tout ce qui touche la T. S. F.

« Au cours d'une conversation avec Son Altesse, au mois de mai 1923, à bord du bateau qui nous ramenait de Bangcock à Packnam, j'ai pu constater la faveur qu'elle accordait à l'industrie radioélectrique française.

« On ne peut que se féliciter de son séjour en France qui lui permettra de se rendre un compte exact de ce que nous avons réalisé en matière radioélectrique. »

Radio-Club de Dunkerque. — Le Radio-Club de Dunkerque nous communique le procès-verbal de sa séance du 10 janvier 1924 :

Le président ouvre la séance à 20 h. 30 : 23 membres étaient réunis dans la salle de Physique du Collège Jean-Bart.

Le secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance du 6 décembre, lequel est adopté.

MM. Looten et Tisserand sont admis membres actifs, M. Deligher, membre honoraire.

M. Fesquet donne le compte rendu succinct de la réunion de décembre à la Société des Amis de la T. S. F. où M. Mesny, secrétaire général de ladite Société, a fait une communication sur les déviations des ondes la nuit. M. Depriester, que nous avons eu l'avantage de connaitre lors d'une précédente réunion, a fait, à cette même réunion, une conférence sur l'utilisation du courant alternatif pour l'alimentation des appareils récepteurs. M. Fesquet a obtenu l'assurance que M. Depriester viendrait prochainement faire une communication à la Société.

Le président décrit ensuite ses appareils d'expérimentation des courants à haute fréquence et répète les expériences de Hertz.

Le président présente aussi un tube de Crookes ayant certaines analogies de fonctionnement avec la lampe à trois électrodes, les membres de l'assistance peuvent constater sur un écran de platino-cyanure de baryum les curieux effets des rayons X : révélation des os de la main et d'objets métalliques renfermés dans diverses choses opaques.

La séance est levée à 22 h. 30 sur ces intéressantes et instructives démonstrations, après que M. le président eût remercié M. Brepston, principal du Collège Jean-Bart, d'avoir mis à la disposition de la Société la salle et les appareils de physique.

Association générale des auditeurs de T. S. F. — Il vient de se fonder sous ce nom une association qui se propose :

1° D'aider dans leur entreprise les organisations officielles ou privées qui donnent des auditions artistiques d'un caractère nettement désintéressé, d'indemniser les théâtres et les concerts qui autorisent la transmission par télégraphie sans fil des œuvres qu'ils donnent au public ;

2° De subventionner les laboratoires dont les recherches s'appliquent au perfectionnement de la téléphonie sans fil ;

3° De défendre les intérêts des associés auprès des pouvoirs publics.

L'Association comprendra des membres honoraires dont les cotisations fixées à 100 francs seront entièrement consacrées aux œuvres de recherches scientifiques se rapportant plus spécialement à la téléphonie sans fil.

Les subventions aux laboratoires ne seront accordées qu'après avis des services publics intéressés.

Le taux des cotisations des membres associés est ainsi fixé :

Poste à galène. . . . . 15 fr.
Poste à lampes. . . . . 25 fr.

Postes d'auditions en public, cotisation égale à la taxe d'État.

Cette association n'a rien de commun avec les administrations des stations officielles faisant des émissions

radiotéléphoniques (École supérieure des P. T. T. ou Tour Eiffel).

Elle a dès maintenant constitué une troupe susceptible de donner en studio des auditions équivalentes à celles des grands concerts. Deux pièces du Trianon Lyrique : *Les Mousquetaires au Couvent* et *Rêve de Valse* ont été transmises sous ses auspices, mais la Chambre syndicale des Musiciens s'est opposée à ces transmissions.

Adresser les adhésions au siège social, 49, boulevard Saint-Germain, (5[e] arr.).

Conférences du Radio-Club de France. — Les membres de la Société des Amis de la T. S. F. seront admis aux conférences organisées par le Radio-Club de France sur présentation de leur carte de membre. Les prochaines conférences de la série actuelle sont :

20 mars. — *Les résistances en haute fréquence*, par M. Mesny, professeur d'hydrographie de la marine.

27 mars. — *Étude de la voix humaine et des sons musicaux au point de vue radiophonique*, par M. Reynaud-Bonnin, ingénieur des P. T. T.

3 avril. — *Les ondemètres, leur construction, leur emploi*, par M. J. Quinet, ingénieur E. S. E.

Ces conférences ont lieu à la Sorbonne, amphithéâtre Descartes, à 20 h 45. Entrée : 17, rue de la Sorbonne.

Contrôleurs d'onde « Ondia ». — La maison « Le Matériel-Ondia » a offert à la Société des Amis de la T. S. F. un contrôleur d'onde pouvant être utilisé entre 100 et 5 500 mètres.

Il sera consenti aux membres de la Société une remise de 10 % sur le prix de ces appareils. Jusqu'au 1[er] avril prochain, la remise sera de 15 %.

Pour tous renseignements : prix, catalogues, notices, s'adresser à *l'Onde Electrique*.

Offre d'emploi.

Maison de province construisant des appareils récepteurs de télégraphie sans fil, de fabrication très sérieuse et d'un modèle nouveau, demande pour la région parisienne, un représentant actif et possédant des connaissances techniques suffisantes pour faire les démonstrations. Accepterait également des offres pour la province.

Adresser les offres par écrit à l'administration de *l'Onde Électrique* qui transmettra.

POUR RECEVOIR LES ONDES TRÈS COURTES (OC9)

Par M. MALGOUZOU
Lieutenant de vaisseau

La Radiotélégraphie militaire commencera dans un mois environ des émissions sur une onde de 9 mètres. L'article de M. Malgouzou donne les indications nécessaires pour établir des récepteurs susceptibles de recevoir ces ondes.

Nous nous proposons de donner quelques renseignements et détails susceptibles de faciliter la tâche aux amateurs que la réception du poste OC 9 de la Radiotélégraphie militaire intéresserait.

Système collecteur.

Le système collecteur pourra être accordé ou apériodique, cadre ou antenne.

Système collecteur accordé. — Le système collecteur accordé suivant nous a donné d'excellents résultats : il comprend un cadre vertical pouvant être accordé sur 9 mètres au moyen d'un condensateur à air variable C; des bornes du condensateur partent deux antennes horizontales d'une longueur égale à une demi-longueur d'onde, soit 4 m 50 environ; ces antennes sont dans le plan du cadre, à une distance de 1 mètre du sol. Nous donnons (fig. 1) les

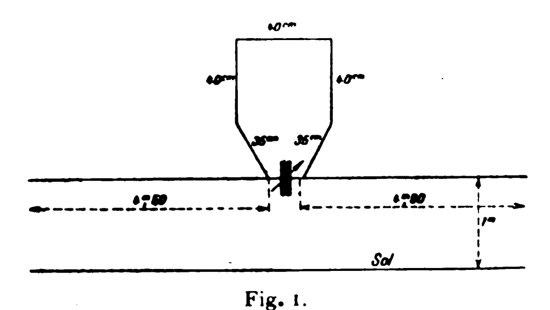


Fig. 1.

dimensions du cadre que nous avons utilisé; le condensateur variable C était constitué par deux lames de 30 cm² à 1 mm de distance. (On verra dans la suite combien il est facile de réaliser un circuit oscillant accordé sur des ondes de l'ordre de 9 mètres, et de plus, de l'étalonner en longueurs d'onde.)

Le système collecteur indiqué jouit de grandes propriétés direc-

tives. Il fonctionne de la façon suivante : toute l'énergie collectée par les antennes et le cadre se concentre, à l'accord, dans le cadre. Aux bornes du cadre, on crée ainsi une impédance très grande et il s'y établit des nœuds d'intensité, d'où la nécessité de donner aux antennes horizontales une longueur égale à $\frac{\lambda}{2}$. On pourra évidemment donner à ces antennes des longueurs égales à plusieurs demi-longueurs d'onde, mais comme on augmente en même temps la résistance de l'antenne, on risque de perdre par effet de résistance, ce que l'on gagne en énergie supplémentaire collectée. Si, par une réaction judicieuse du dispositif de réception sur le système collecteur, on peut atténuer l'effet de résistance, les antennes à grande longueur seront alors plus efficaces. La longueur d'onde le long de l'antenne est différente de la longueur d'onde dans l'éther, à cause de la résistance d'abord, mais surtout à cause des masses métalliques qui peuvent se trouver à proximité de l'antenne; l'influence des masses métalliques peut se faire sentir jusqu'à 1 m 50 de distance. Voici une méthode simple pour dégrossir l'accord des antennes horizontales : le cadre accordé sur 9 mètres est approché à une quarantaine de centimètres d'une hétérodyne émettant sur 9 mètres (on trouvera plus loin tous renseignements sur les hétérodynes de 9 mètres), jusqu'à ce que l'appareil de contrôle de l'hétérodyne accuse une certaine chute; si l'on connecte alors les antennes horizontales aux bornes du condensateur du cadre, l'appareil de contrôle de l'hétérodyne accusera encore une chute si les antennes horizontales sont bien réglées; on pourra déterminer ainsi la longueur de ces antennes à 4 ou 5 cm près. Le réglage pourra être facilité dans le cas des antennes à plusieurs demi-longueurs d'onde par l'insertion de condensateurs variables en série (2 lames à 1 millimètre de distance). Il y a tout intérêt à réaliser des antennes rigides en tubes (de 12 mm par exemple) pour deux raisons : 1° à cause de la résistance; 2° à cause des mouvements ou vibrations de l'antenne qui risquent de moduler la réception. La présence de personnes autour de l'antenne (40 à 50 cm) peut influer sur la réception.

Cadre collecteur désaccordé. — Nous avons reçu des ondes de 9 mètres sur un cadre nettement désaccordé (une spire carrée de 1 m 20 de côté, sans condensateur d'accord; si l'on met aux bornes un condensateur de très faible capacité, à variation lente, on découvre des plages donnant une réception légèrement meilleure. Il sera préférable de disposer des condensateurs variables en série dans le cadre, soit au milieu de la spire du cadre, soit immédiatement après les

bornes (fig. 2); ces condensateurs devront avoir une très faible capacité à variation lente (par exemple 2 lames de 30 cm² à un millimètre de distance).

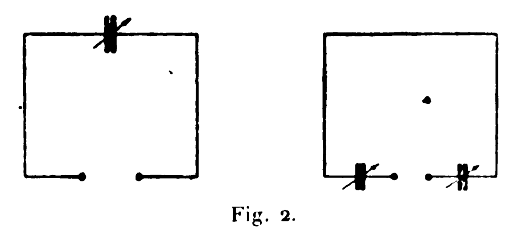


Fig. 2.

Antenne collectrice désaccordée. — On pourra utiliser également une antenne quelconque comme système collecteur. On disposera à cet effet deux condensateurs en série, l'un entre antenne et dispositif de réception, l'autre entre dispositif de réception et terre (fig. 3). Ces

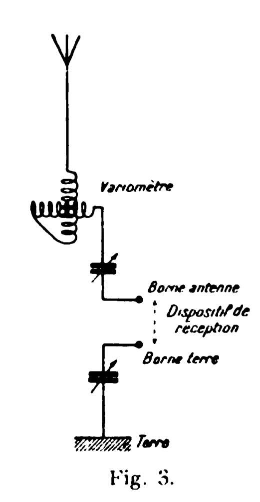


Fig. 3.

condensateurs seront toujours de capacité faible, à variation très lente. On constatera que la longueur de la connexion à la prise de terre influe sérieusement sur la réception. Il sera avantageux d'installer un variomètre d'antenne à variation lente.

Dans toutes ces réceptions sur système collecteur non accordé, *il nous paraît indispensable d'utiliser les phénomènes de réaction.* En aucun cas, avec tous nos dispositifs, la réception ne s'est montrée supérieure à la réception sur système collecteur accordé; ce dernier système nous paraît plus simple, plus facilement réglable et contrôlable.

Détection.

La galène détecte convenablement, mais on ne peut espérer de grandes portées avec ce mode de détection. Les lampes de réception ordinaires de la Radiotélégraphie militaire détectent d'une façon satisfaisante, mais le dispositif de condensateur shunté par une résistance ne s'impose plus d'une façon bien rigoureuse. On détecte avec le système détecteur d'un appareil quelconque; on peut supprimer le condensateur, mettre une résistance quelconque, laisser même la grille en l'air. Il existe toutefois une disposition optima à déterminer expérimentalement, suivant le montage.

Un excellent montage consiste à transformer une hétérodyne en détectrice à réaction. Nous y reviendrons dans la suite.

Hétérodyne.

Description. — L'hétérodyne peut être réalisée suivant le schéma ci-contre (fig. 4). L_1 et L_2 sont deux lampes de réception ordinaires,

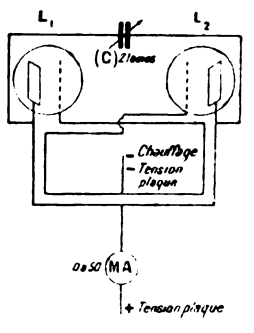


Fig. 4.

il n'est pas nécessaire de les choisir, chauffage 6 v, tension plaque 80 ou 120 v. Les plaques sont réunies par une boucle P, les grilles par une boucle G de mêmes dimensions. Le milieu de la boucle P est connecté au + de la tension plaque, le milieu de la boucle G est connecté au — du chauffage et au — de la tension plaque, les boucles P et G sont couplées ensemble. Un condensateur (C) (2 lames) branché entre les plaques permet la commande de la longueur d'onde; un milliampèremètre continu de 0 à 50 sur le fil réunissant la boucle P au + tension plaque sert d'appareil de contrôle de l'accrochage.

Réalisation pratique. — Disposer deux supports de lampes, conformément à la figure 5; faire aboutir les connections grille et plaque à quatre bornes sur la plaquette *p;* disposer les boucles P et G dans un plan vertical à 1 ou 2 mm de distance; faire redescendre

verticalement, couplés serrés, les fils de connexions aux points milieux des boucles. Réduire les connexions au strict minimum, particulièrement celles du condensateur d'accord. (Ce dernier n'est

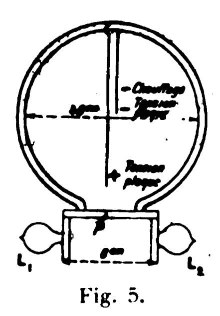


Fig. 5.

pas figuré.) Isoler soigneusement à l'ébonite et non au bois. Conserver la symétrie le plus possible.

Les boucles seront constituées de préférence en lames de cuivre (1 cm × 1 mm), elles se présenteront bord contre bord et non face à face (fig. 6).

Fig. 6.

L'hétérodyne sera bien réalisée si, sous 6 v chauffage et 120 v volts plaque, on obtient de 40 à 45 MA dans le milliampèremètre de contrôle.

On réalisera environ 7 mètres en l'absence de condensateur entre plaques. Avec un condensateur variable (2 lames) 30 cm² à 1 mm entre plaques, la longueur d'onde pourra s'élever à 12 mètres.

Quelques renseignements utiles. — Pour obtenir une bonne intensité des oscillations, il est nécessaire d'avoir, entre les boucles P et G, un couplage aussi serré que possible, le découplage entraîne une variation lente de longueur d'onde. On remarquera que le circuit grille est inversé; on peut tout aussi bien inverser le circuit plaque. Le condensateur entre plaques a pour effet d'augmenter la longueur d'onde quand on augmente sa capacité. On peut tout aussi bien le brancher entre les grilles. On constatera qu'un condensateur branché entre plaques ou entre grilles diminue l'intensité des oscillations; si l'on augmente trop sa capacité, l'hétérodyne décrochera. On peut aussi réaliser la commande de la longueur d'onde par repliement des boucles sur elles-mêmes autour d'un diamètre horizontal, l'effet est

de diminuer la longueur d'onde ; on peut enfin réaliser des dispositifs permettant de faire varier la longueur des boucles. Ces derniers systèmes sont préférables au condensateur d'accord parce qu'ils agissent peu sur l'intensité des oscillations, mais ils sont d'une réalisation plus difficile. Comme appareil de contrôle de l'accrochage, on pourra tout aussi bien disposer un milliampèremètre continu de 0 à 10 sur le fil de connexion au milieu de la boucle G.

L'hétérodyne sera bien réalisée si, sous 120 v plaque et 5 v chauffage, on obtient 8 à 10 MA.

Mesure absolue de la longueur d'onde. Étalonnage d'ondemètres.

La mesure se fait très simplement aux fils de Lecher. Ces fils sont constitués par deux fils parallèles horizontaux à 40 cm de distance l'un de l'autre et à une distance de 1 mètre du sol. A une extrémité des fils est disposée dans un plan vertical une demi-circonférence (B) de 40 cm de diamètre, réunissant les deux fils; un pont peut se déplacer sur les fils (fig. 7). On couple la boucle B avec les circuits de

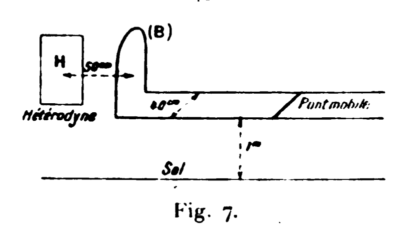


Fig. 7.

l'hétérodyne réalisée précédemment en les plaçant face à face, a 50 cm de distance. Pour une certaine position du condensateur d'accord de l'hétérodyne, celle-ci émet une onde λ. On déplace alors le pont sur les fils de Lecher; pour une certaine position de ce pont, l'appareil de contrôle de l'hétérodyne accuse une chute brusque.

Si l'on continue à déplacer le pont, on trouve une deuxième position pour laquelle l'hétérodyne accuse une tendance au décrochage, puis une troisième position, etc. La distance sur les fils de Lecher entre deux de ces positions correspond à $\frac{\lambda}{2}$.

La position est précise à 1 centimètre près. Se méfier de la capacité de l'opérateur qui déplace le pont et de la présence de grosses masses métalliques aux environs des fils.

En faisant varier le condensateur de l'hétérodyne, on peut ainsi effectuer des mesures sur toute la gamme permise par l'hétérodyne.

Il ne convient pas pourtant de graduer le condensateur de l'hété-

rodyne en longueurs d'onde, car la longueur d'onde dépend toujours un peu du chauffage et de la tension plaque.

On étalonnera un ondemètre. L'ondemètre est un simple circuit oscillant à condensateur variable. On le constituera par une boucle de 15 centimètres de diamètre branché aux bornes d'un condensateur variable à air (4 lames, 2 fixes, 2 mobiles). On approchera l'ondemètre

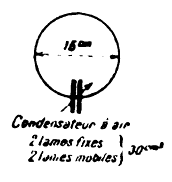


Fig. 8.

de l'hétérodyne dont on vient de mesurer la longueur d'onde λ et on tournera le condensateur de l'ondemètre jusqu'à obtenir un décrochage à l'hétérodyne. On constatera que la position à donner au condensateur est très précise. On marquera λ en face de l'index du condensateur (fig. 8).

Double détectrice à réaction.

Si l'on intercale un téléphone dans le fil reliant la boucle plaque d'une hétérodyne au + tension plaque, on constatera que l'on reçoit les ondes de 9 mètres.

L'hétérodyne détecte donc. On améliorera la détection en insérant une résistance dans le fil reliant la boucle grille au — du chauffage. Nous n'avons pu déceler aucun effet quelconque d'amélioration en disposant un condensateur quelconque aux bornes de cette résistance. L'ordre de grandeur de cette résistance est très variable nous avons eu de bons résultats avec 20000 ohms comme aussi avec 80000 ohms. Il vaudra mieux disposer une résistance réglable de 2000 à 100000 ohms. Après insertion de cette résistance, il reste encore un faible accrochage. On peut commander la réaction soit par action sur le chauffage (rhéostat continu), soit par découplage des circuits grille et plaque, soit par action d'un circuit absorbant.

Ce dernier moyen est bien supérieur tout en étant plus simple. On s'en rendra compte comme suit. Ayant réalisé la réception, approchez l'ondemètre ou tout autre circuit pouvant être accordé sur 9 mètres et tournez le condensateur variable. Pour une certaine position de ce condensateur, la réception est sérieusement renforcée; si on continue à tourner, on rencontre une zone de silence très étroite, puis la réception est renforcée pour s'éteindre à nouveau lentement. Il y a là un

procédé très efficace de commande de la réaction; il est applicable à tous les systèmes où la réaction entre en jeu.

Dispositif général de réception.

Nous avons étudié jusque-là en décomposant le système collecteur, la détection, l'hétérodyne, une détectrice à réaction ; il reste à grouper l'ensemble.

a) *Moyennes distances. Galène.* — Nous pensons que la réception sur galène reste possible avec notre système collecteur accordé pour de petites distances. On branchera aux bornes du cadre le détecteur à galène et l'on amplifiera basse fréquence (2 étages). L'hétérodyne sera couplée inductivement assez fortement et symétriquement avec le système collecteur. On adoptera les mêmes batteries pour l'hétérodyne et l'amplificateur. La position des accus relativement à l'ensemble n'est pas indifférente. Le réglage s'opère en agissant uniquement sur le condensateur de l'hétérodyne, le système collecteur étant supposé préalablement accordé. On pourra suivant les cas constater un couplage optimum de l'hétérodyne avec le système collecteur.

La réception est également possible suivant le même principe, sur cadre ou antenne désaccordés, mais les résultats nous ont paru moins bons.

b) *Lampe détectrice.* — Si, dans les montages précédents, on adopte une lampe comme détecteur, la réception pourra être sérieusement amplifiée en procédant comme suit. On connectera par un fil une plaque métallique (20 cm × 20 cm) à la plaque de la dernière lampe de l'amplificateur B. F. La réception étant réalisée en hétéro-

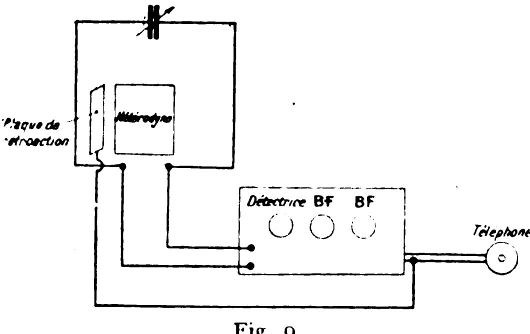


Fig. 9.

dyne, on approchera lentement cette plaque du condensateur de l'hétérodyne. Pour une position de cette plaque précise à 1 centimètre près, la réception augmentera dans le rapport de 1 à 10 (fig. 9).

La réception présentera le caractère de la réception d'une onde amortie. On peut donner du fonctionnement du dispositif l'explication simple suivante : la plaque crée une rétroaction par capacité et transforme l'ensemble hétérodyne et amplificateur en système à réaction. On constatera d'ailleurs que pour la position de la plaque correspondant à la réception optima, l'hétérodyne est décrochée, mais très près de l'accrochage. Ce dispositif est assez sensible à la capacité de l'observateur. On peut lui appliquer les commandes de réaction indiquées précédemment. Nous pensons qu'il sera encore applicable à d'assez grandes distances. Nous lui reprochons seulement de n'avoir pas une détection symétrique ; dans la réception sur cadre par exemple, on ne fait la détection que sur l'une des bornes du cadre. Le dispositif est efficacement amélioré par montage de deux détectrices en opposition, une sur chaque borne du cadre.

De là à confondre l'hétérodyne avec le système des détectrices en opposition il n'y a qu'un pas, et l'on est amené à la double détectrice à réaction étudiée précédemment. Nous désignerons dans ce qui suivra la détectrice double à réaction sous le nom de système détecteur.

c) *Double détectrice à réaction.* — Pour d'assez grandes distances, on pourra recevoir directement sur le système détecteur sans système collecteur, les boucles grille et plaque servant de système collecteur. A petite distance, il ne sera même pas nécessaire d'adapter d'amplification B. F. ; on intercalera le téléphone sur le fil connectant le milieu de la boucle plaque au + tension plaque. Il sera préférable de se servir d'un transformateur téléphonique pour éviter la polarisation du téléphone et diminuer l'effet de la résistance du téléphone sur le courant plaque ; on donnera au primaire du transformateur téléphonique une résistance de quelques ohms seulement. Si l'on adapte une amplification B. F., on pourra suppléer à une mauvaise détection en intercalant un deuxième détecteur avant l'amplificateur B. F. ; ce dispositif rend l'accord moins précis au condensateur du système détecteur.

Si l'on supprime la résistance du système détecteur, on pourra encore recevoir dans des conditions assez bonnes, soit avec un très fort accrochage ainsi que nous l'avons indiqué, soit en amenant le système très près de l'accrochage par les systèmes de commande de réaction signalés, ou encore par rétroaction de capacité par plaque métallique.

Avec le système détecteur, la réception est pure et musicale.

Grandes distances. — Pour de très grandes distances, le système

collecteur s'impose. Le couplage avec le système détecteur pourra se faire soit par induction, soit par capacité, soit par simple dérivation, soit par lampe de couplage. Dans le couplage par induction, on constatera un couplage optimum. Ce couplage optimum correspond par-

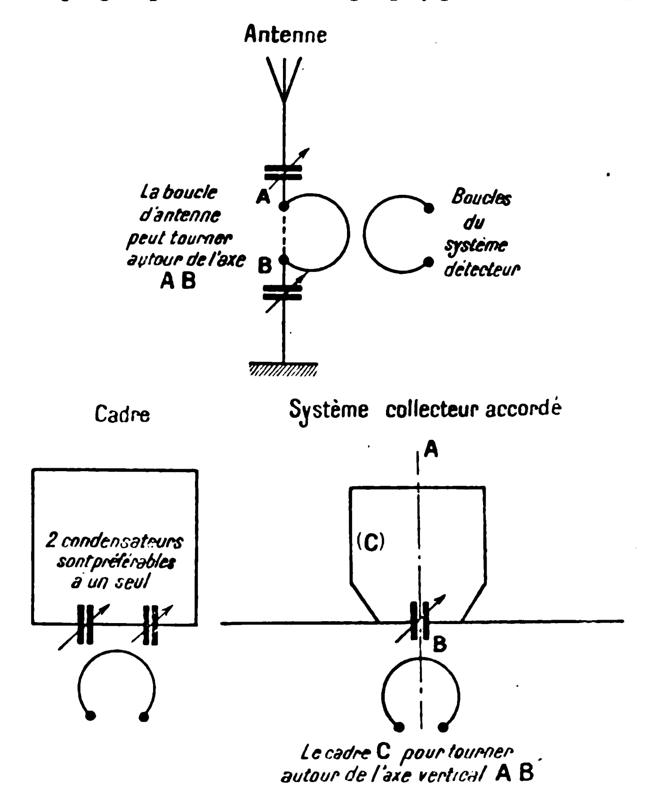


Fig. 10. — Couplage par induction.

fois à une distance de un mètre. Dans le couplage par capacité, par simple dérivation et par lampe de couplage, on peut opérer soit sur les grilles, soit sur les plaques du système détecteur. Ces modes de couplage doivent conserver la symétrie. Les connexions seront réduites au minimum. Dans le montage en dérivation, il sera indispensable de mettre des condensateurs en série sur les deux moitiés du système collecteur, et il faudra s'attendre, ainsi que dans les couplages par capacité et par lampe de couplage, à des modifications de longueur d'onde.

On se rappellera que toute masse métallique connectée aux bornes grille ou plaque du système détecteur influe sur l'aptitude à osciller et sur la longueur d'onde du système.

Les condensateurs seront de l'ordre de ceux déjà décrits. Dans ces montages, il existera néanmoins un couplage par induction avec les boucles du système détecteur, et il sera avantageux de pouvoir modifier ce couplage à volonté. Si l'on utilise, par exemple, notre système collecteur accordé, il suffira de pouvoir faire tourner le cadre autour d'un axe vertical (fig. 10, 11, 12).

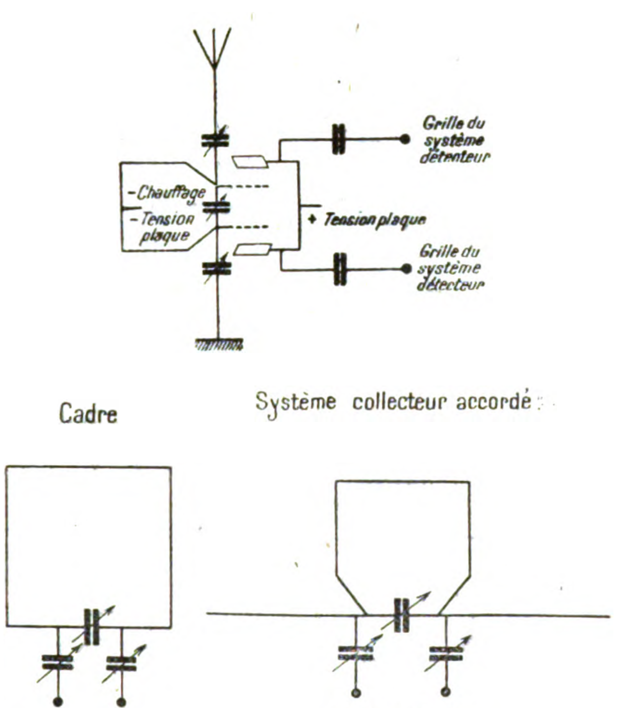


Fig. 11. — Couplage par capacité.

Couplage par lampe. — Les lampes de couplage seront montées en opposition, d'une façon analogue au système hétérodyne ou détecteur. Le circuit plaque pourra être accordé ou désaccordé. En aucun cas, l'accrochage ne devra se produire; et, à ce point de vue, nous estimons préférable de laisser le circuit plaque apériodique; cela évitera, d'autre part, le réglage d'un condensateur. Pour éviter l'accrochage, on donnera aux circuits grille et plaque un couplage positif. La grandeur de ce couplage est à déterminer expérimentalement. Nous avons adopté comme liaison du circuit plaque avec le système

détecteur la liaison par capacité. Dans le cas de l'antenne désaccordée, on embrochera le circuit grille dans l'antenne; dans le cas du cadre désaccordé, il sera mis en parallèle avec ce cadre; dans le cas du système collecteur accordé, il sera constitué par le cadre lui-même du système collecteur. Dans tous les cas, ce circuit grille que l'on réalisera mobile assurera par son déplacement et le couplage avec les cir-

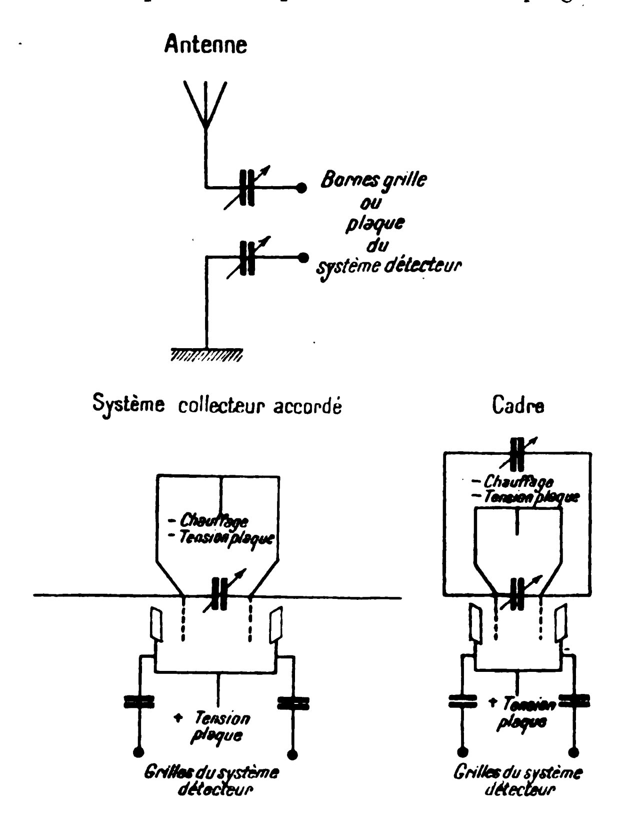


Fig. 12. — Couplage par lampes.

cuits du système détecteur, le réglage de la réaction sur le système collecteur (fig. 12).

Le couplage par lampe pourra, s'il est bien réalisé, donner les meilleurs résultats par suite de l'amplification H F qu'il procure. Toutefois, il ne faut pas trop compter sur cette amplification et la mise au point est délicate. On utilisera les mêmes batteries que pour le système détecteur.

On pourra obtenir une amplification appréciable de réception en faisant agir sur l'ensemble du dispositif de réception une hétérodyne

réglable ayant mêmes batteries que l'ensemble. Toutefois, le réglage est très délicat, on risque de ne recevoir que l'hétérodyne pour un trouble très faible apporté par la capacité de l'opérateur.

Enfin, les méthodes de superéaction et de double hétérodynation s'appliquent aux ondes de 9 mètres.

Entraînement à la réception des ondes de 9 mètres. — Une hétérodyne telle que celle que nous venons de décrire rayonne considérablement sans qu'il soit nécessaire de lui adapter de système rayonnant. Voici un fait d'expérience : Nous avons reçu avec une intensité très forte, à 200 mètres, les ondes émises par une hétérodyne prélevant 20MA sur la batterie plaque (120^{v}). Nous utilisions comme dispositif de réception le système détecteur décrit sans amplification B F et sans système collecteur. Il est donc facile de s'entraîner à la réception des ondes de 9 mètres très simplement en utilisant comme poste émetteur à recevoir une hétérodyne.

Nota. — Les murs créent une absorption importante.

Conclusion. — Avec les ondes très courtes de l'ordre d'une dizaine de mètres, un champ d'études fort intéressant s'ouvre pour les amateurs. Ils pourront réaliser des communications à petite distance à peu de frais. Emission et réception sont d'une simplicité extrême à réaliser. Les lampes et les accus restent les seuls appareils qu'ils ne puissent construire de leurs mains.

M. Malgouzou.



OBSERVATIONS RADIOÉLECTRIQUES
recueillies au cours d'une campagne dans le Pacifique
Octobre 1922-Juillet 1923

par le Lieutenant de vaisseau TRANIER

(*Suite*) [1].

III. — Écoute des signaux de Nantes.

Pendant la traversée de Brest à Bizerte, du 12 au 18 octobre, Nantes émettant avec son arc sur 9 000 mètres, 'est entendu avec une force variable de 7 à 8. Les atmosphériques varient de 2 à 3. Au mouillage de Bizerte (18-21 octobre) la force des signaux est cotée 6 à 7, les atmosphériques 2 à 4.

De Bizerte à Port-Saïd, les signaux ont une force moyenne de 6. Les atmosphériques de diverses formes troublant l'écoute sur cette longueur d'onde, atteignent 4 à 5.

Au mouillage de Port-Saïd (25-27 octobre), les signaux varient de 5 à 6. Les atmosphériques varient de 4 à la fin de la nuit, à 2 dans la matinée (9 h 30), pour atteindre 6 à la fin de la journée et conserver une valeur élevée au début de la nuit. La séance de 14 h 15, où les signaux sont cotés 4, est nettement inférieure aux autres.

Dans la traversée de Port-Saïd à Djibouti, du 27 octobre au 2 novembre, nous pouvons considérer deux parties : du 27 au 31 octobre, la force moyenne des signaux va en décroissant de 6 à 4. Les atmosphériques, plus violents en moyenne de nuit que de jour, apportent un trouble considérable sur la longueur d'onde écoutée (9 000 mètres). De nuit, ils se maintiennent entre 4 et 6, de jour entre 2 et 3, sauf un maximum isolé vers 14 h Greenwich (17 h locale), où ils atteignent une force moyenne de 5 à 6. Dans la deuxième partie, au sud de la mer Rouge et au débouché dans le golfe d'Aden, la réception s'améliore légèrement.

Pendant le séjour au mouillage de Djibouti (2 au 7 novembre), Nantes est entendu de nuit avec force 6 à 7, de jour 5. Les atmosphériques varient de 4 à 6 et restent en moyenne plus forts la nuit que le jour. L'émission de 14 h 15 Greenwich reste difficile à lire.

---

[1] Voir *Onde Électrique*, n° 26, p. 70.

Dans la traversée de Djibouti à Diego Suarez, du 7 au 15 novembre, les signaux sont reçus dans les deux séances de nuit de 2 h 30 et 22 h force 5 à 6, dans la séance de jour de 7 h 30 force 3 à 4. Les atmosphériques, sous la forme plus fréquente de roulements, atteignent 5 la nuit et 3 le jour.

Enfin, dans la période du 16 novembre au 2 janvier, le *Jules-Michelet* naviguant dans les eaux de Madagascar, de la Réunion et de l'Australie du Sud, Nantes n'est plus entendu que de nuit à 2 h 30 et 22 h. La lecture est rendue très difficile par la présence d'atmosphériques de toute espèce, dont la force domine les signaux.

Les signaux n'ont plus été nettement perceptibles après Melbourne; à Wellington, et un peu avant l'arrivée à Yokohama, les signaux ont été reçus très faiblement, mais sont restés complètement illisibles.

A partir de Yokohama (3 mars) et jusqu'à l'arrivée à Colombo (28 mai), l'écoute de Nantes a été précaire.

Du 4 juin, appareillage de Colombo, au 9 juin inclus, Nantes a été entendu très faiblement 2 à 3, mais les signaux sont dominés par les troubles atmosphériques : 5 à 6. C'est la saison de l'établissement de la mousson d'été soufflant du S W. Même pendant la traversée de l'œuf (région de calme relatif au sud de la mer d'Oman) les orages et les grains sont fréquents. La mousson s'établit franchement la veille de notre atterrissage sur Secotra.

Trois jours avant l'arrivée à Djibouti, à la distance de 6250 kilomètres environ de l'émetteur, le 10 juin, dans les parages de Secotra, la réception s'améliore brusquement. Jusqu'à Port-Saïd les signaux ont toujours été entendus et facilement lus avec force 4. Les atmosphériques sont cotés 2 à 4, sauf à la séance de 14 h 15 où ils atteignent 5 à 7.

A la séance de 7 h 30 la réception a été facilitée par la faiblesse des atmosphériques dépassant rarement 3. Il en a été de même à la séance de 2 h 30 bien qu'en moyenne, la gêne causée par les atmosphériques ait été plus considérable.

22 h 30 Greenwich m'a paru moins favorable dans l'Océan Indien du nord à la saison de notre passage. Les décharges atmosphériques sont violentes et fréquentes.

C'est à la séance de 14 h 15 que la réception était le plus difficile.

En résumé :

Pour une même distance, les signaux de Nantes reçus dans l'Océan Indien austral au mois de décembre étaient en général plus lisibles que ceux que nous avons reçus d'avril à juin le long des côtes d'Asie.

OBSERVATIONS RADIOÉLECTRIQUES
recueillies au cours d'une campagne dans le Pacifique
Octobre 1922-Juillet 1923

par le Lieutenant de vaisseau TRANIER

(*Suite*) (1).

III. — Écoute des signaux de Nantes.

Pendant la traversée de Brest à Bizerte, du 12 au 18 octobre, Nantes émettant avec son arc sur 9 000 mètres, 'est entendu avec une force variable de 7 à 8. Les atmosphériques varient de 2 à 3. Au mouillage de Bizerte (18-21 octobre) la force des signaux est cotée 6 à 7, les atmosphériques 2 à 4.

De Bizerte à Port-Saïd, les signaux ont une force moyenne de 6 Les atmosphériques de diverses formes troublant l'écoute sur cette longueur d'onde, atteignent 4 à 5.

Au mouillage de Port-Saïd (25-27 octobre), les signaux varient de 5 à 6. Les atmosphériques varient de 4 à la fin de la nuit, à 2 dans la matinée (9 h 30), pour atteindre 6 à la fin de la journée et conserver une valeur élevée au début de la nuit. La séance de 14 h 15, où les signaux sont cotés 4, est nettement inférieure aux autres.

Dans la traversée de Port-Saïd à Djibouti, du 27 octobre au 2 novembre, nous pouvons considérer deux parties : du 27 au 31 octobre, la force moyenne des signaux va en décroissant de 6 à 4. Les atmosphériques, plus violents en moyenne de nuit que de jour, apportent un trouble considérable sur la longueur d'onde écoutée (9 000 mètres). De nuit, ils se maintiennent entre 4 et 6, de jour entre 2 et 3, sauf un maximum isolé vers 14 h Greenwich (17 h locale), où ils atteignent une force moyenne de 5 à 6. Dans la deuxième partie, au sud de la mer Rouge et au débouché dans le golfe d'Aden, la réception s'améliore légèrement.

Pendant le séjour au mouillage de Djibouti (2 au 7 novembre), Nantes est entendu de nuit avec force 6 à 7, de jour 5. Les atmosphériques varient de 4 à 6 et restent en moyenne plus forts la nuit que le jour. L'émission de 14 h 15 Greenwich reste difficile à lire.

(1) Voir *Onde Électrique*, n° 26, p. 70.

Dans la traversée de Djibouti à Diego Suarez, du 7 au 15 novembre, les signaux sont reçus dans les deux séances de nuit de 2 h 30 et 22 h force 5 à 6, dans la séance de jour de 7 h 30 force 3 à 4. Les atmosphériques, sous la forme plus fréquente de roulements, atteignent 5 la nuit et 3 le jour.

Enfin, dans la période du 16 novembre au 2 janvier, le *Jules-Michelet* naviguant dans les eaux de Madagascar, de la Réunion et de l'Australie du Sud, Nantes n'est plus entendu que de nuit à 2 h 30 et 22 h. La lecture est rendue très difficile par la présence d'atmosphériques de toute espèce, dont la force domine les signaux.

Les signaux n'ont plus été nettement perceptibles après Melbourne; à Wellington, et un peu avant l'arrivée à Yokohama, les signaux ont été reçus très faiblement, mais sont restés complètement illisibles.

A partir de Yokohama (3 mars) et jusqu'à l'arrivée à Colombo (28 mai), l'écoute de Nantes a été précaire.

Du 4 juin, appareillage de Colombo, au 9 juin inclus, Nantes a été entendu très faiblement 2 à 3, mais les signaux sont dominés par les troubles atmosphériques : 5 à 6. C'est la saison de l'établissement de la mousson d'été soufflant du S W. Même pendant la traversée de l'œuf (région de calme relatif au sud de la mer d'Oman) les orages et les grains sont fréquents. La mousson s'établit franchement la veille de notre atterrissage sur Secotra.

Trois jours avant l'arrivée à Djibouti, à la distance de 6 250 kilomètres environ de l'émetteur, le 10 juin, dans les parages de Secotra, la réception s'améliore brusquement. Jusqu'à Port-Saïd les signaux ont toujours été entendus et facilement lus avec force 4. Les atmosphériques sont cotés 2 à 4, sauf à la séance de 14 h 15 où ils atteignent 5 à 7.

A la séance de 7 h 30 la réception a été facilitée par la faiblesse des atmosphériques dépassant rarement 3. Il en a été de même à la séance de 2 h 30 bien qu'en moyenne, la gêne causée par les atmosphériques ait été plus considérable.

22 h 30 Greenwich m'a paru moins favorable dans l'Océan Indien du nord à la saison de notre passage. Les décharges atmosphériques sont violentes et fréquentes.

C'est à la séance de 14 h 15 que la réception était le plus difficile.

En résumé :

Pour une même distance, les signaux de Nantes reçus dans l'Océan Indien austral au mois de décembre étaient en général plus lisibles que ceux que nous avons reçus d'avril à juin le long des côtes d'Asie.

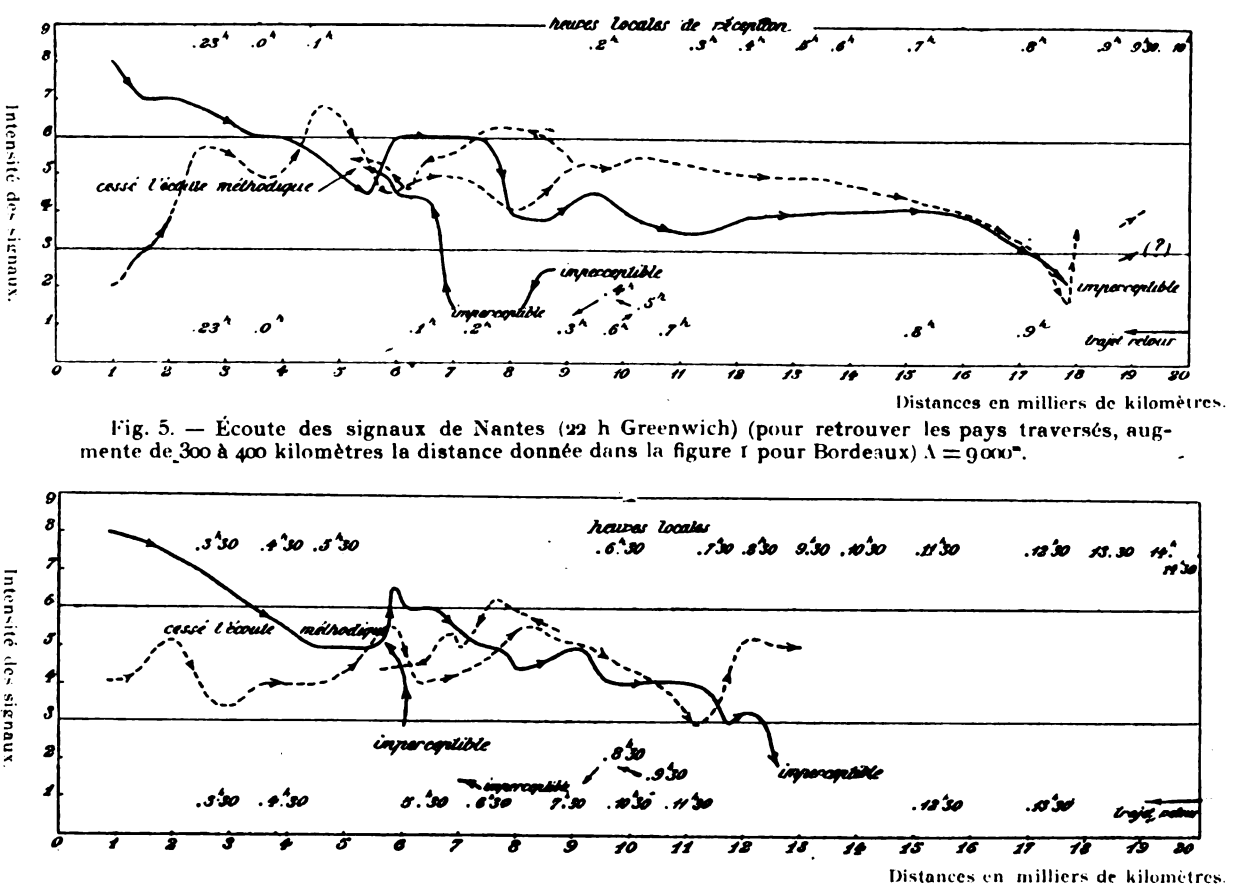


Fig. 5. — Écoute des signaux de Nantes (22 h Greenwich) (pour retrouver les pays traversés, augmente de 300 à 400 kilomètres la distance donnée dans la figure 1 pour Bordeaux) $\lambda = 9000^m$.

Fig. 6. — Écoute des signaux de Nantes (2 h 30 Greenwich).

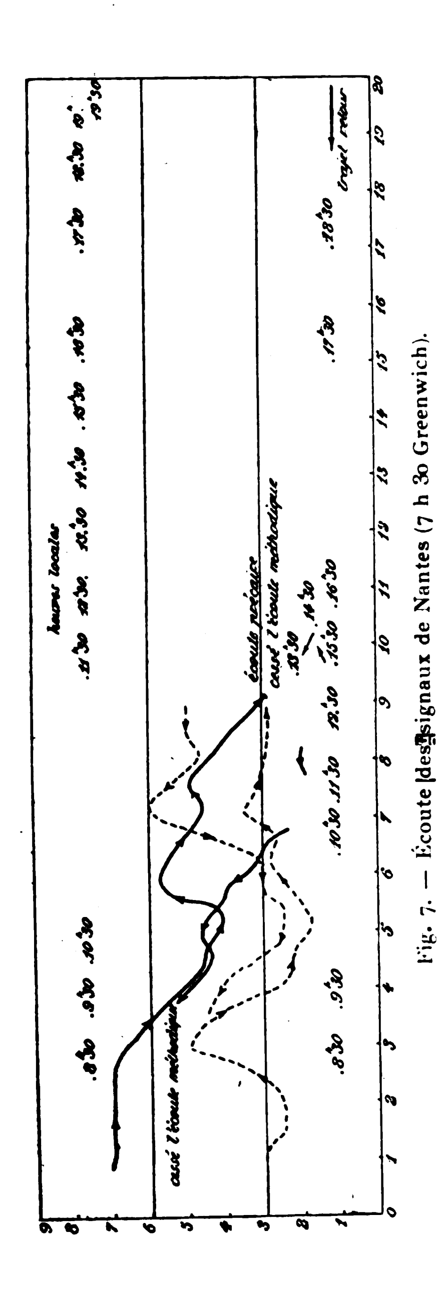


Fig. 7. — Écoute des signaux de Nantes (7 h 30 Greenwich).

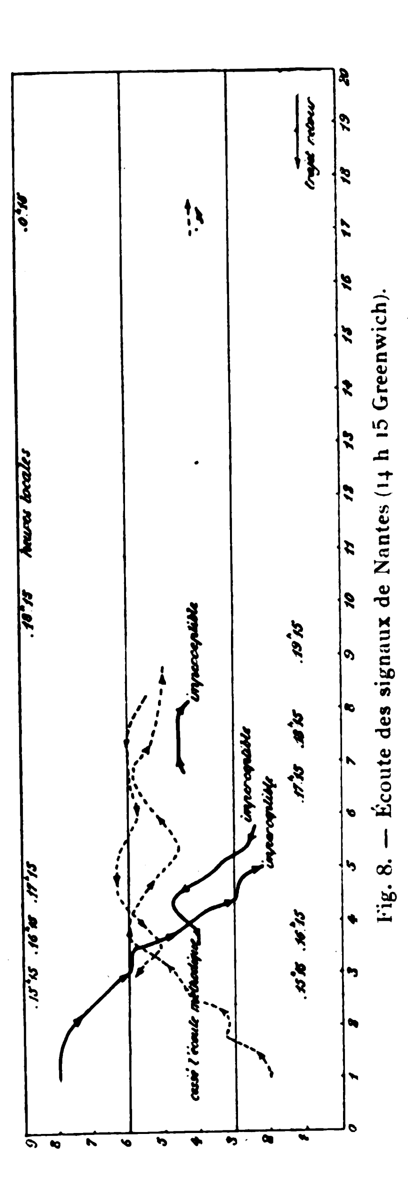


Fig. 8. — Écoute des signaux de Nantes (14 h 15 Greenwich).

Cette observation vérifie l'observation analogue que nous avons déjà faite au sujet des signaux de Bordeaux. (Voir les courbes.)

IV. — Ecoute des signaux de Lyon.

La nécessité d'assurer d'autres services de communications de la division, ne m'a permis d'organiser régulièrement et tous les jours, une écoute méthodique des postes de Lyon, Sainte-Assise et Nauen qu'à partir du 1er avril.

En ce qui concerne plus particulièrement Lyon, son émission sur 15000 mètres n'a pu être correctement reçue d'une façon courante avant le 20 mai.

Le 21 mai, à la distance de 10500 kilomètres, les signaux sont entendus assez faiblement, mais ils sont couverts par les atmosphériques. Ils restent faibles jusqu'au 8 juin.

Le 9 juin, à 6200 kilomètres environ du poste émetteur, la réception s'améliore brusquement. Les signaux sont lus facilement. A partir de cette date, des intensités de réception vont croître très régulièrement.

Étant bien entendu qu'il ne s'agit dans la présente étude que de portées pratiques, permettant la lecture courante d'un long signal et l'écoulement d'un trafic commercial en toute sécurité, on peut assigner au poste de Lyon, reçu avec des appareils semblables aux nôtres, une portée pratique d'un peu moins de 6500 kilomètres dans l'Océan Indien, à la saison où ont eu lieu les observations à bord du *Michelet*, c'est-à-dire au mois de juin, période de trouble électrique de l'atmosphère précédant le déclanchement de la mousson d'été.

V. — Écoute de Sainte-Assise.

Nous avons écouté à partir de Shanghai, les télégrammes de presse transmis par ce poste à 4 heures Greenwich sur l'onde de 15000 mètres.

Du 1er au 9 avril inclus, les signaux sont entendus faiblement, force 3, mais restent illisibles à cause des atmosphériques qui sont cotés 5 à 6 et d'un fort brouillage sur la même longueur d'onde.

Du 10 avril au 23 mai, nous avons entendu les signaux le 7 et le 20 avril, les 12, 14, 21 et 22 mai avec force 3 à 4. Ils restaient illisibles.

Ce n'est qu'à partir du 24 mai, à la distance de 9750 kilomètres environ que les signaux sont reçus facilement, force 5 à 6, les atmosphériques variant de 2 à 6.

Nous n'avons jamais constaté aucune variation dans sa puissance au cours d'une émission. La manipulation était d'une parfaite régularité, la note très pure et très perçante. Ces conditions rendaient la lecture plus facile, à force égale des signaux que celle d'une émission par arc. Il ne s'agissait probablement que d'émission de la station continentale, ou d'émission de la station transcontinentale, ne mettant en jeu qu'une partie de l'énergie disponible.

VI. — **Écoute de Nauen.**

Le poste de Nauen est reçu très nettement à Shanghai pour l'émission des tops horaires. Pour les autres communications, la lecture de ses signaux de force 3 à 6, couverts par des atmosphériques 5 à 7, restait très difficile.

A partir du 7 juin, à la distance de 7000 kilomètres. Les signaux 4 à 6 deviennent d'une lecture facile malgré des atmosphériques cotés 3 à 6.

VII. — **Écoute de Beyrouth.**

Avant de clore le résumé des observations recueillies sur l'écoute des grandes stations, pendant la dernière campagne de la division volante, il me paraît intéressant d'indiquer les résultats obtenus dans l'écoute systématique d'une station côtière, la station de la Marine de Beyrouth-Djebeide émettant avec un arc de 25 kilowatts.

En écoutant les signaux sur 6100 mètres, nous avons toujours pu lire les émissions du 25 octobre (dans les parages de Malte) où j'ai fait commencer l'écoute méthodique, jusqu'au 2 novembre, date du mouillage à Djibouti.

Au cours des observations sur cette longueur d'onde, j'ai constaté pendant la période des cinq jours de traversée de la mer Rouge, que, à la saison considérée, les atmosphériques diminuent à partir de 2 h Greenwich (4 h locale), ils présentent une recrudescence passagère de fréquence et de force au moment du lever du soleil, continuent ensuite à rester faibles, atteignent leur minimum à 9 h Greenwich (11 h locale), et augmentent à partir de 14 h Greenwich (10 h locale). Ils atteignent leur maximum au coucher du soleil.

Pendant la traversée d'aller de la mer Rouge, le temps était resté très beau, avec fréquemment des éclairs lointains, en général à l'est au début de la nuit.

A Djibouti nous entendons Beyrouth aux séances de 9 h et de

***

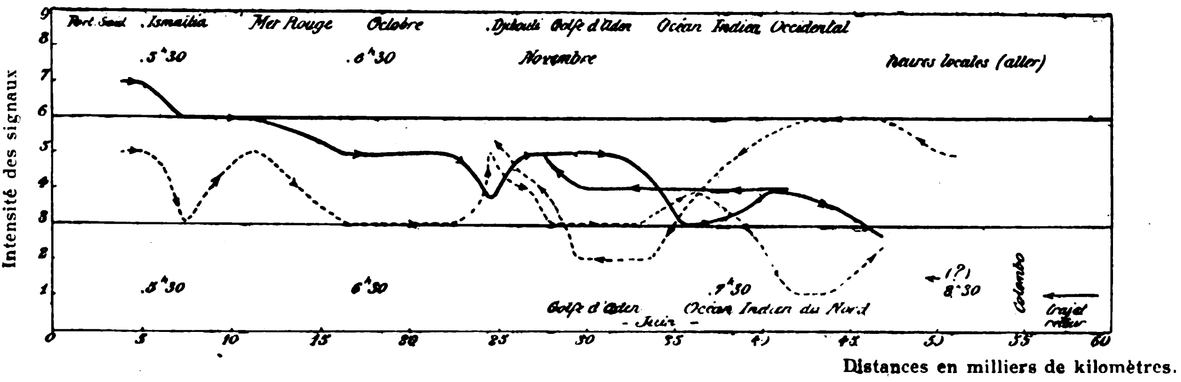


Fig. 9. — Écoute des signaux de Beyrouth (3 h 30 Greenwich) $\lambda = 6.100^m$.

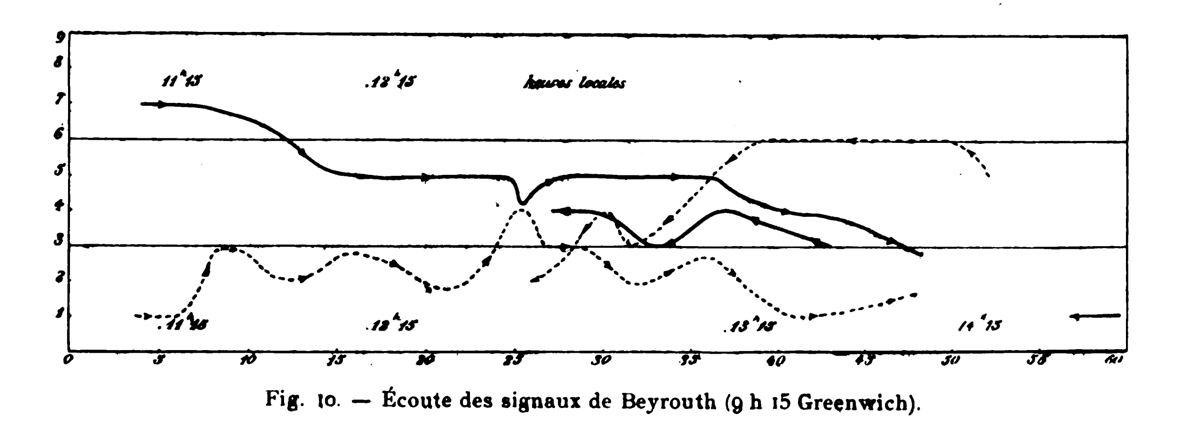


Fig. 10. — Écoute des signaux de Beyrouth (9 h 15 Greenwich).

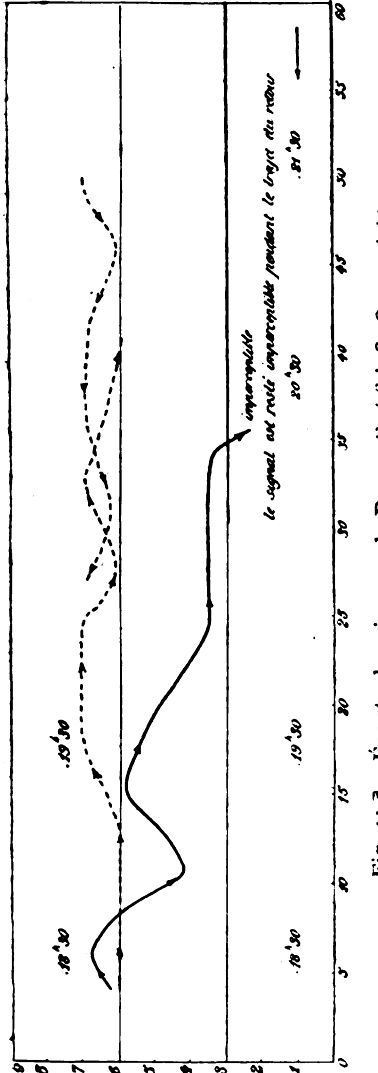


Fig. 11. — Écoute des signaux de Beyrouth (16 h 30 Greenwich).

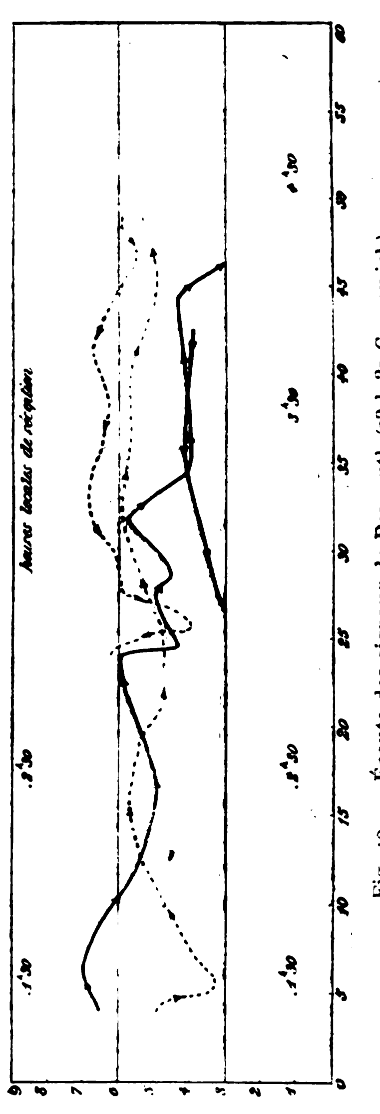


Fig. 12. — Écoute des signaux de Beyrouth (23 h 30 Greenwich).

23 h 15, la communication étant souvent plus facile à 7 h qu'à 23 h 15.

Le 10 novembre, dans les parages du cap Guardafui, les signaux sont lus à 3 h 30, 9 h et 23 h 15. Le 11 et le 12 novembre les signaux restent perceptibles. Le 14 novembre, à la distance de 4 700 kilomètres, les signaux sont entendus faiblement à 3 h 30 et à 9 h.

Comme au mouillage de Djibouti, c'est 9 h Greenwich et 3 h 30 qui paraissent les heures les plus favorables pour écouter ce poste.

L'interception des signaux a été, comme il fallait s'y attendre, étant donné la présence de l'écran ferreux des montagnes de la côte nord du golfe de Tadjoura, plus facile à la mer, même à plus grande distance, qu'au mouillage de Djibouti.

Il est difficile de déterminer si l'affaiblissement des signaux pendant les dernières journées de la communication est dû à l'augmentation de la distance, ou à la présence de l'écran montagneux du cap Guardafui, les deux causes agissant simultanément et dans le même sens.

Pendant la traversée de retour, je n'ai pu organiser une écoute méthodique de Beyrouth qu'entre Colombo et Djibouti. Cependant, j'ai pu me rendre compte, pendant quelques rares observations en mer Rouge, que la variation des atmosphériques troublant l'écoute sur des longueurs d'onde du même ordre, était analogue, au mois de juin, à ce que j'avais déjà observé au mois d'octobre.

Le 5 juin en mer, après l'appareillage de Colombo, nous entendons sur 6 100 m une émission très faible et illisible à la séance de 3 h 30. Il en a été de même le 6 juin à 9 h et 23 h 15.

C'est le 7 juin que les signaux deviennent lisibles, en partie tout au moins (force 4) quand ils ne sont pas couverts par les atmosphériques (6 en moyenne). On peut dire que c'est à cette séance, à la distance de 4 170 kilomètres, que le poste de Beyrouth a été nettement identifié pour la première fois. C'est la portée extrême que l'on peut attribuer au poste à arc de cette station dans les parages et dans la saison considérée, pour une réception semblable à celle du *Jules-Michelet*. On n'a rien entendu aux autres séances de la journée. Remarquons que sa portée extrême en cette saison est inférieure de 500 kilomètres environ à la portée extrême observée en novembre.

Je rappelle que la saison était troublée avec orages violents. L'établissement de la mousson de S W s'accompagnait de nuages, de grains de pluie avec averses abondantes et violentes, rafales de vent et éclairs très fréquents.

Le 8 juin les signaux, force 4, sont dominés par les atmosphériques variant de 7 à 9.

Le 9 juin, on note un affaiblissement des atmosphériques qui, à 3 h 30, n'atteignent plus que 2, et 3 à 9 h. Les signaux cotés 4 sont facilement lisibles.

Le 10 juin, les orages et les grains de pluie disparaissent, les atmosphériques diminuent, les signaux sont lus à 3 h 30 et à 9 h.

Le 11 juin, dans le golfe d'Aden, la situation s'améliore encore.

Les atmosphériques affectaient plus généralement pendant la nuit, la forme de roulement. Les sifflements et les claquements se produisaient de jour et de nuit.

En résumé, l'heure la plus favorable pour capter les signaux de la station étudiée, en mer Rouge et dans l'océan Indien, aux deux saisons où les observations ont eu lieu, est 9 h Greenwich en octobre-novembre et 3 h 30 en juin. Cette dernière heure est d'ailleurs presque aussi bonne en automne que celle de 9 h et paraît devoir être choisie comme heure optima pour toute l'année.

VIII. — **Conclusions.**

Avec une réception et une amplification ordinaire, sans dispositif spécial de protection contre les parasites, les stations de Nantes, Lyon, Sainte-Assise (avec l'énergie utilisée au cours de nos observations) et Nauen ont une portée pratique, pour un trafic sûr, variant entre 6200 et 9800 kilomètres? Ces stations ne peuvent servir à assurer des liaisons certaines avec des postes d'écoute fixes ou mobiles du Pacifique qui n'utiliseraient pas des dispositifs spéciaux à des parages où les atmosphériques gênent constamment les communications.

Il faut dépenser plus d'énergie pour assurer une bonne communication avec l'Extrême-Orient asiatique qu'avec la côte sud de l'Australie et la Nouvelle-Zélande alors que leurs distances à un même émetteur situé en France, sont entre elles comme les nombres 11 et 19.

Le résumé des observations relatives à Bordeaux et les considérations sur le choix de l'heure optima des communications avec le Sud Pacifique sont énoncés à la fin du chapitre relatif à l'écoute de cette station.

L'onde 23400 mètres paraît moins favorable que des ondes de 15000 à 19000 mètres.

L'alternateur à haute fréquence représente actuellement sur l'arc un progrès très net pour atteindre une plus grande portée avec la même énergie, à cause de la pureté de ses oscillations.

Quelques irrégularités dans la manipulation de Croix d'Hins ont été relevées au cours de nos observations. Peut-être proviennent-elles

en partie de la manipulation à très grande distance entre Paris et Bordeaux.

Des postes équipés comme le poste d'écoute du grand centre radio-électrique de Saïgon avec un filtrage des parasites, reçoivent et inscrivent sans fautes les signaux de Bordeaux. La simple écoute sur ampli Z améliorerait la réception. C'est dans l'élimination des atmosphériques et non dans la multiplication des étages d'amplification que doit être recherchée la sécurité de la communication avec les pays situés à grande distance dans la zone tropicale ou au voisinage des tropiques.

Il est probable que la station de Sainte-Assise mettant 1 000 kilowatts dans son antenne avec ses alternateurs couplés sera entendue et entièrement reçue, avec de tels postes d'écoute, en toutes saisons et à presque toutes les heures de la journée dans les différents pays où j'ai recueilli les observations résumées dans cette étude.

Lieutenant de vaisseau TRANIER.

Continuation des Essais de Liaison transatlantique sur Ondes courtes (105-120 m.)

Certaines irrégularités semblant s'être manifestées dans les liaisons bilatérales établies sur ondes courtes, après une assez longue période extrêmement régulière, il serait du plus grand intérêt de pouvoir poursuivre, *chaque nuit*, des essais sur longueurs d'onde comprises entre 105 et 120 mètres, avec, au moins, une station française, une britannique et une hollandaise du côté européen, une station des États-Unis et une du Canada du côté américain.

Les essais pourraient avoir lieu toutes les nuits, entre 0 heure et 1 heure (Greenwich).

Ce programme serait facilement réalisable, au besoin par roulement entre plusieurs stations de chaque pays.

Les amateurs qui seraient désireux de prendre part à ces essais sont priés de bien vouloir en aviser M. le docteur Corret, Président du Comité Français des Essais transatlantiques, 97, rue Royale, à Versailles, en lui indiquant quelles seraient les nuits pendant lesquelles ils pourraient assurer l'écoute ou la transmission.



L'ANTENNE ONDULATOIRE
OU ANTENNE BEVERAGE

Par M. F. BEDEAU
Agrégé de l'Université

(*Suite*) (1).

II. — ÉTUDE EXPERIMENTALE

Origine de la force électromotrice induite dans la ligne. — D'après la théorie de Kellog, la force électromotrice induite dans la ligne, provient de ce que le front de l'onde est incliné en avant (fig. 11). Si on désigne par E le vecteur électrique et par E_0 sa composante horizontale, la force électromotrice induite dans l'élément dx est $E_0\,dx$.

Il était possible de donner une explication différente du phénomène. Supposons en effet que la *composante verticale* du vecteur électrique ait une valeur de + G volts par mètre; un point de la ligne

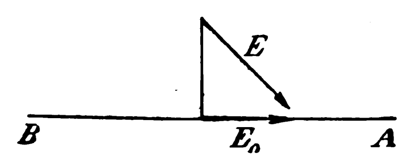


Fig. 11.

situé à une hauteur h au-dessus du sol prendra un potentiel $+ G\,h$ par rapport au sol et un point situé à une distance égale à une demi-longueur d'onde, soit en avant, soit en arrière du point M_1 présentera avec le sol une différence de potentiel $-G\,h$. C'est cette différence de potentiel avec le sol aux différents points de la ligne, qui produirait le courant. « Suivant cette façon de voir, l'antenne ondulatoire serait équivalente à un nombre infini de petites antennes verticales » (2) et le courant reçu serait d'autant plus intense que la hauteur de la ligne au-dessus du sol serait plus grande.

Les expérimentateurs construisirent à Schenectady, différentes lignes d'une longueur de 120 mètres; la hauteur au-dessus du sol

(1) Voir *Onde Electrique*, n° 26, p. 85.
(2) *J. of the Amer. Institute*, mai 1923, p. 511.

était comprise entre 0,8 m et 2,9 m et la longueur d'onde utilisée était $\lambda = 120$ m. *Le courant reçu fut trouvé pratiquement indépendant de la hauteur*, ce qui est conforme à la théorie de Kellog qui fut définitivement adoptée.

Essai de vérification de la formule de Zenneck. — Si on désigne par X la composante horizontale du champ électrique et par Z la composante verticale à la séparation de deux milieux, par g et g' les perditances entre les faces parallèles d'un centimètre cube de chacune des substances et par c et c' les capacités d'un centimètre cube de chacune de ces substances on a :

$$\frac{X}{Z} = \sqrt{\frac{g + j\omega c}{g' + j\omega c'}}$$ (chaque grandeur étant exprimée en U E S).

Pour l'air $g = 0$ et si ρ est la résistivité du sol en ohms on a :

$$g' = \frac{9 \cdot 10^{12}}{\rho}, \quad c = \frac{1}{4\pi} \quad \text{et} \quad c' = \frac{K}{4\pi}$$

K étant la constante diélectrique du sol.

Pour de grandes longueurs d'onde $\omega c'$ est négligeable et

$$\frac{X}{Z} = \sqrt{\frac{j\omega c}{g'}} \tag{6}$$

Les valeurs de $\frac{X}{Z}$ données par cette formule sont représentées par les droites inclinées de la figure 12.

Pour des ondes courtes et un sol résistant g' est négligeable devant $\omega c'$ et

$$\frac{X}{Z} = \sqrt{\frac{c}{c'}} = \sqrt{\frac{1}{K}} \tag{7}$$

Ces valeurs de $\frac{X}{Z}$ sont représentées par les lignes horizontales situées en haut de la figure 12.

Pour des valeurs données de λ, ρ et K on trouve sur la figure 12 deux valeurs de $\frac{X}{Z}$, l'une correspondant à l'équation 6 et l'autre à l'équation 7 et, les auteurs admettent que la valeur réelle correspond à la plus petite des valeurs trouvées.

Si on se trouve près de l'intersection de deux lignes droites (l'une correspondant à λ et l'autre à K) on utilise la courbe de transition tracée en traits pointillés.

(¹) *J. of the Amer. Institute*, mai 1923, p. 515.

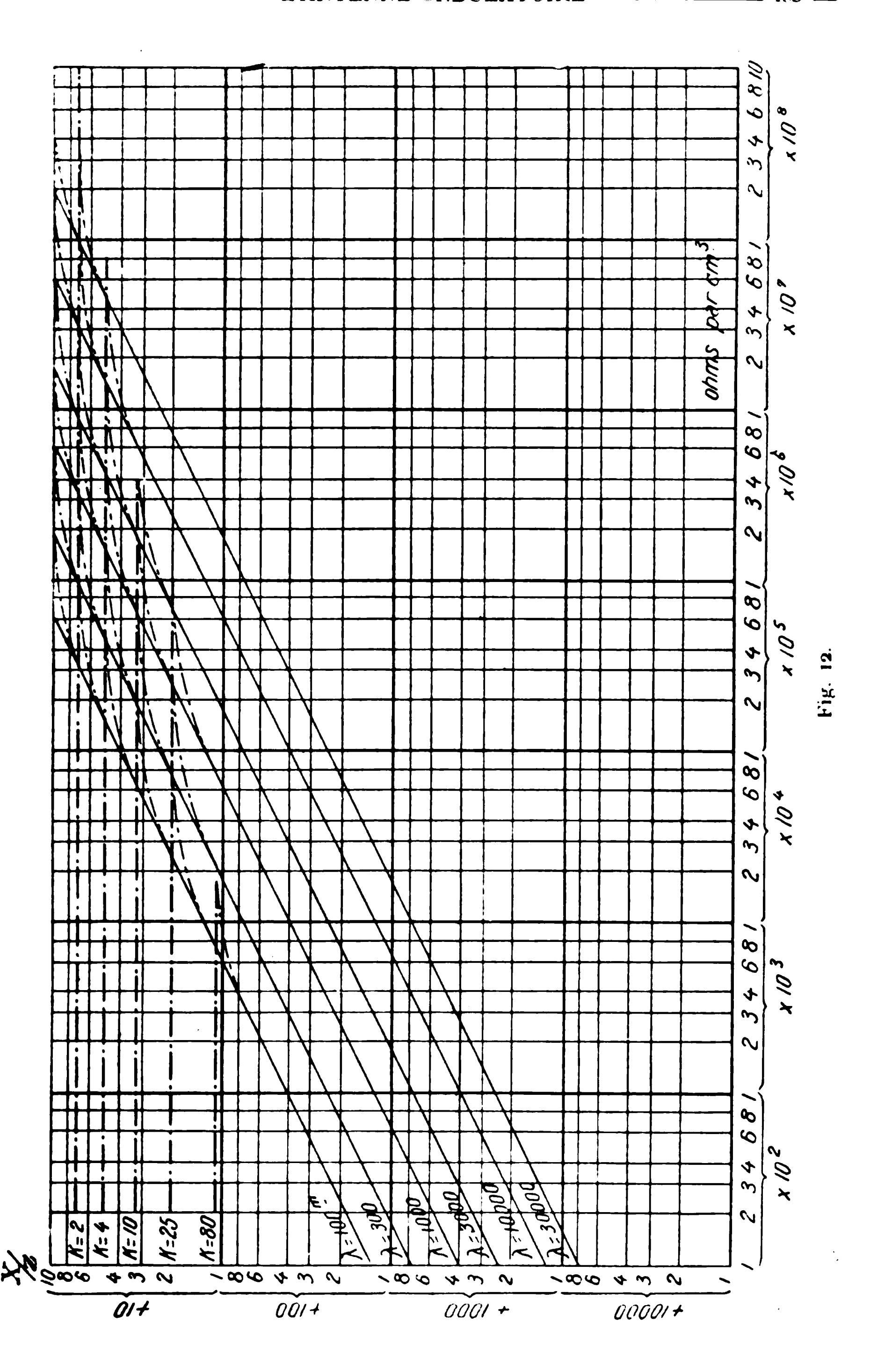

ohms par cm³
K=2
K=4
K=10
K=25
K=80
λ=100m
λ=300
λ=1000
λ=3000
λ=10000
λ=30000
x 10²
x 10³
x 10⁴
x 10⁵
x 10⁶
x 10⁷
x 10⁸
+10
+100
+1000
+10000

Fig. 12.

C'est ainsi que pour $\lambda = 1000$ mètres et $K = 4$ on trouve :

$$\frac{X}{Z} = 1,3 \div 10 \text{ pour } \rho = 10^5$$

$$\frac{X}{Z} = 2,5 \div 10 \text{ pour } \rho = 4.10^5$$

$$\frac{X}{Z} = 3,9 \div 10 \text{ pour } \rho = 10^6$$

connaissant K et ρ il était possible de calculer $\frac{X}{Z}$; alors que la formule de Zenneck donnait des valeurs de X égales à 1 ou 2 pour cent de celle de Z, l'expérience a donné des valeurs de X égales à 30 pour

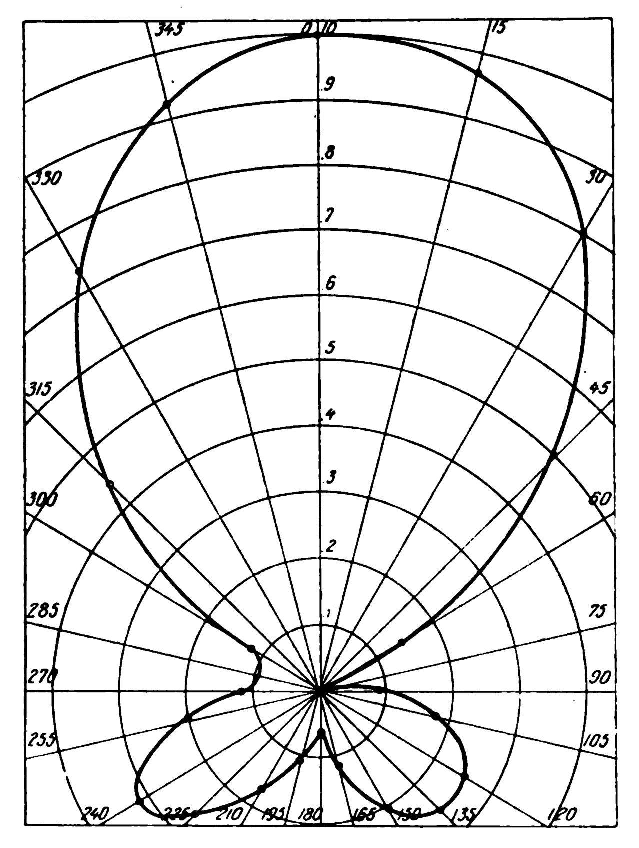


Fig. 13.

cent de celle de Z, cette dernière étant calculé par la formule d'Austin. Il semble donc qu'il y ait là un désaccord assez grave entre la théorie et l'expérience. Toutefois, les auteurs font remarquer

combien les expériences faites en vue de mesurer la pente de l'onde sont difficiles ; en particulier, il n'est pas possible de la mesurer avec précision en déplaçant un conducteur rectiligne dans un plan vertical parallèle à la direction de propagation des ondes, car pour aucune position de ce conducteur la force électromotrice induite ne sera nulle et on ne pourra observer qu'un minimum assez flou. En effet $\frac{X}{Z}$ est représenté par une quantité vectorielle dont l'angle de phase varie de o à 45° ; cette différence de phase signifie que les vecteurs X et Z ne deviennent pas nuls en même temps et que le champ électrique est un champ tournant. Il serait nécessaire de faire des expériences où on mesurerait la force électromotrice induite dans des conducteurs verticaux et horizontaux pour des valeurs différentes de la longueur d'onde et des sols différents.

Courbe directrice expérimentale. — La courbe de la figure 13 a été obtenue expérimentalement. L'antenne du poste d'émission était verticale, la longueur d'onde $\lambda = 120$ m et la puissance 5 kw. Dans un champ, à environ 600 m du poste transmetteur, on érigea un système d'antennes ondulatoires consistant en vingt-quatre lignes ayant chacune 55 m de longueur et rayonnant autour d'un point central comme les rayons d'une roue. En joignant deux rayons opposés on obtenait une antenne de 110 m de longueur, l'antenne suivante étant décalée sur la première d'un angle de 15°. La hauteur des antennes au-dessus du sol était de 1 mètre et les résistances terminales avaient une valeur de 20 ohms. Les courants à l'extrémité d'une antenne étaient mesurés par un thermocouple.

La différence entre la courbe expérimentale trouvée et la courbe théorique doit provenir d'après les expérimentateurs de ce que :

1° L'impédance terminale n'était pas égale à l'impédance propre de la ligne qui fut déterminée par des mesures ultérieures, il y avait par conséquent des réflexions nuisibles ;

2° Le poste récepteur était trop près du poste émetteur ;

3° Les forces électromotrices induites dans les portions verticales de l'antenne de réception n'étaient pas négligeables.

Quoi qu'il en soit, la courbe obtenue donne un bon contrôle qualitatif de la théorie.

Mesure de l'intensité du courant aux différents points de l'antenne. — L'expérience a été faite avec l'antenne de 110 mètres de longueur dirigée vers le poste émetteur dont il a été question au

paragraphe précédent et le courant était mesuré au moyen du thermocouple de dix mètres en dix mètres. La figure 14 donne les

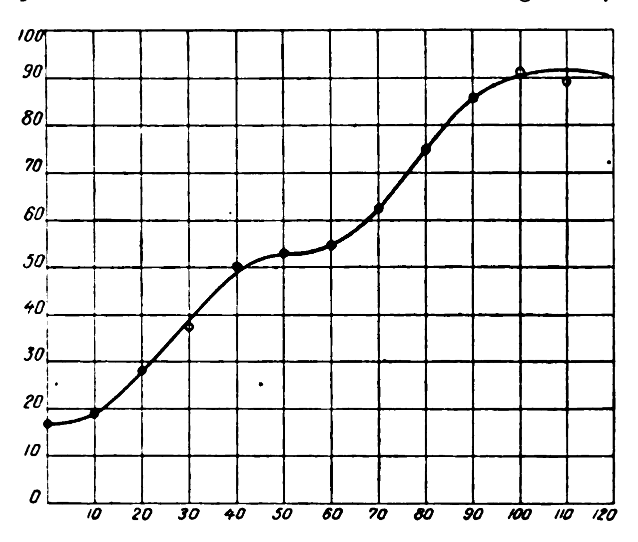


Fig. 14.

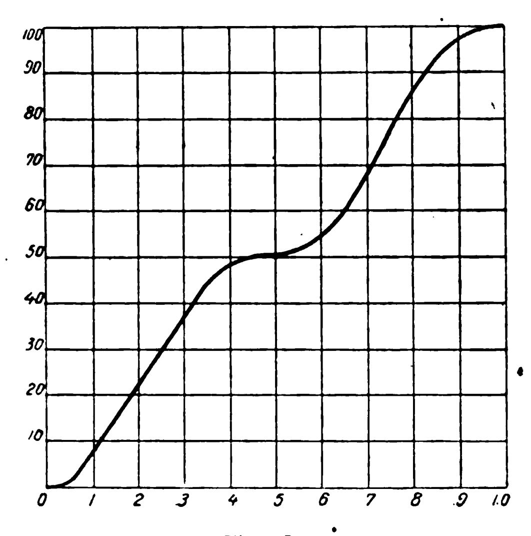


Fig. 15.

résultats expérimentaux et la figure 15 les résultats obtenus par le calcul (1).

(1) Le courant en un point à distance x est la somme de deux courants l'un se propageant de A vers B et qui est donné par l'équation 4 dans laquelle on rem-

Intensité des signaux européens. — L'étude a été faite en mai 1921, sur l'antenne de Riverhead. M. Weinberger, ingénieur du laboratoire des recherches de la Radio-Corporation, construisit un oscillateur qui pouvait fournir à l'antenne un courant déterminé à une fréquence connue et on régla le récepteur de façon à ce que le son fût égal en intensité à celui des signaux européens. Les résultats obtenus par MM. Weinberger et Beverage sont les suivants :

80 millivolts pour Nauen;

54 millivolts pour Carnavon.

L'antenne utilisée ayant 14,5 km, la composante horizontale du champ électrique est 5,5 millivolts par kilomètre pour Nauen et 3,7 millivolts par kilomètre pour Carnavon. Pendant les périodes de « fading » l'intensité était beaucoup plus faible.

Mesure des constantes de l'antenne. — Les constantes importantes sont les suivantes :

1° Impédance naturelle Z de la ligne;

2° Vitesse de propagation u du courant sur la ligne, cette vitesse est indépendante de la fréquence pour les longueurs d'ondes pratiquement utilisées;

3° Coefficient d'amortissement α.

Une source de courant alternatif et de fréquence variable, débite à l'extrémité B de la ligne; on mesure en ce point l'impédance

$$Z_B = \frac{E_B}{I_B}.$$

Supposons tout d'abord l'extrémité A isolée; pour des fréquences convenables la longueur de la ligne sera $\frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}$, etc., il y a alors ventre d'intensité en B; l'impédance est minimum.

Si, au contraire, l'extrémité A est reliée au sol, on observera en B pour les mêmes fréquences que précédemment des maximums d'impédance.

---

place l par x et l'autre se propageant de B vers A, ce dernier est donné par une équation analogue à l'équation 5. On trouve finalement :

$$I_x = \frac{E_0 \cos\theta}{2Z} e^{-\frac{2\pi j x \cos\theta}{\lambda}} \left\{ \frac{1 - e^{-\alpha x} e^{-2j\pi x \left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)}}{\alpha + 2\pi j \left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)} + \right.$$

$$\left. + \frac{1 - e^{-\alpha(l-x)} e^{-2\pi j(l-x)\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)}}{\alpha + 2\pi j \left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{\cos\theta}{\lambda}\right)} \right\}$$

Or, on démontre que l'impédance propre Z de la ligne est donnée par la relation

$$Z = \sqrt{Z_{max} \times Z_{min}}.$$

Pour une antenne de 12 km de longueur les résultats furent les suivants :

$Z_{max} = 740$ ohms $\quad Z_{min} = 220$ ohms $\quad$ d'où $Z = 435$ ohms.

Si nous posons $m = \frac{Z_{min}}{Z_{max}}$, on peut encore démontrer que

$$e^{-\alpha l} = \sqrt{\frac{1-\sqrt{m}}{1+\sqrt{m}}}$$

d'où α, puisque m est connu.

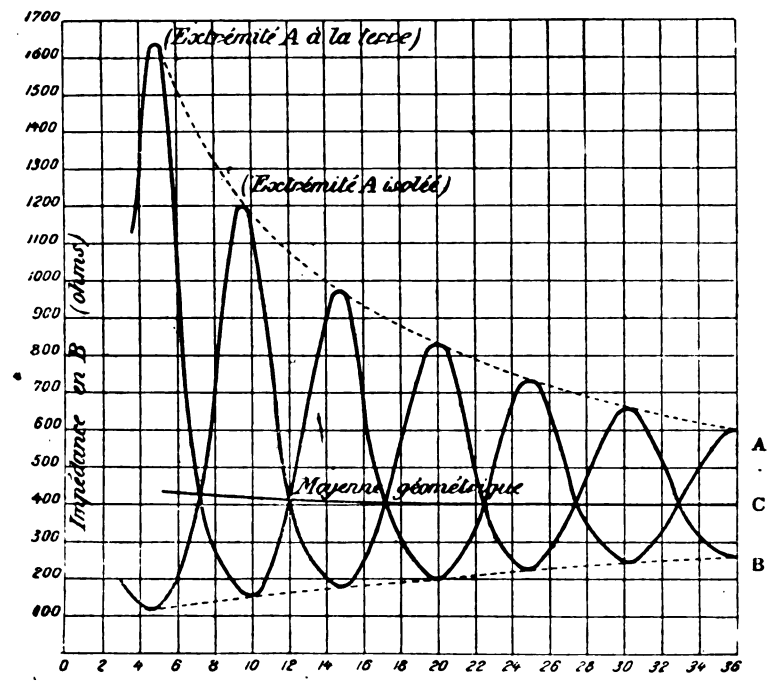


Fig. 16.

Pour l'antenne précédente on a :

$$m = \frac{220}{740} = 0{,}297 \qquad e^{-\alpha l} = 0{,}54 \qquad \text{d'où } \alpha = 0{,}0513.$$

Enfin, on a aisément la vitesse de propagation u puisque l'on connait la fréquence, et que la longueur l de l'antenne est égale à un nombre impair de quarts de longueur d'onde; on a par

exemple $l = \frac{5\lambda'}{4}$. Il vient alors pour $l = 12$ km, $\lambda' = \frac{4 \times 12}{5}$ et comme la fréquence était 25000, $\lambda = \frac{300000}{25000} = 12$

d'où
$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{u}{v} = \frac{4}{5} = 0{,}8.$$

La figure 16 représente les valeurs de l'impédance en B suivant que l'extrémité A est au sol (courbe A) ou isolée (courbe B). La courbe C représente la moyenne géométrique des impédances.

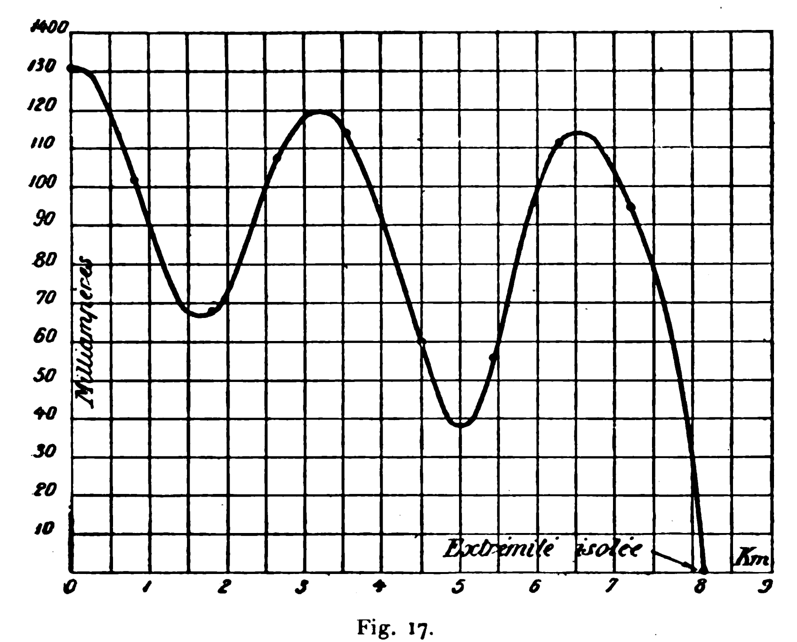


Fig. 17.

Sur la courbe de la figure 17 on a représenté les intensités du courant aux différents points de l'antenne. On voit combien cette courbe est régulière; les auteurs publient des courbes extrêmement irrégulières obtenues avec des antennes placées sur le sol.

Description de l'antenne de Riverhead. — Les premières expériences avaient été faites avec des fils recouverts de caoutchouc, placés sur le sol ou des buissons et la vitesse de propagation du courant sur ces lignes était sensiblement inférieure à la vitesse de la lumière. Or, comme nous l'avons vu précédemment on ne peut utiliser une antenne très longue que si les deux vitesses sont voisines. On peut augmenter la vitesse de propagation du courant en

plaçant sur la ligne des condensateurs en série et pour une fréquence déterminée, l'écartement des condensateurs ne doit pas dépasser $\frac{\lambda}{\pi}$. Les auteurs prétendent qu'il est possible ainsi d'atteindre une vitesse de propagation du courant supérieure à celle de la lumière et nous reproduirons intégralement leur texte. « En choisissant des valeurs appropriées pour les capacités, on peut obtenir que la vitesse d'onde sur la ligne, pour les ondes entretenues d'une fréquence donnée, soit égale ou supérieure à la vitesse de la lumière. Pour des ondes sinusoïdales continues, la vitesse apparente de propagation dépasse la vitesse de la lumière, pour les fréquences plus faibles pour lesquelles la ligne est réglée, et sont au contraire inférieures à la vitesse de la

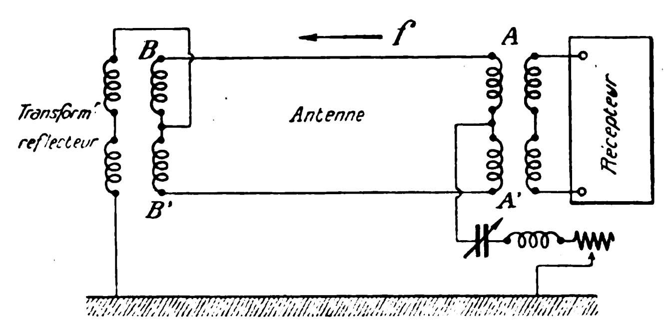


Fig. 18.

lumière pour les signaux d'une fréquence plus élevée que celle pour laquelle on a réglé la ligne (¹). »

Quoi qu'il en soit, l'antenne définitive a été établie sans aucun condensateur en série.

Nous avons supposé jusqu'à présent que l'antenne ne comprenait qu'un seul fil et ce dispositif présente de graves inconvénients puisqu'il faut régler l'impédance terminale en A, alors que les appareils récepteurs sont en B, c'est-à-dire à une distance de plusieurs kilomètres. Avec le dispositif de la figure 18 imaginé par Kellog, tous les réglages se font à la même extrémité A (²). Les deux fils AB et A'B' se comportent séparément comme une antenne « ondulatoire »; pour la réception des signaux, mais leur ensemble constitue une ligne

(¹) Première addition au brevet français, n° 540.819, p. 4.

(²) Un autre dispositif extrêmement ingénieux, et dû également à Kellog, permet de supprimer le transformateur réflecteur placé à l'extrémité BB' (fig. 18); il suffit de relier l'extrémité B' à la terre et d'isoler l'extrémité B. Les courants qui se réfléchissent en B et B' sont alors égaux et de signes contraires.

équilibrée pour ramener les courants de l'extrémité BB′ à l'extrémité AA′. Une self, une capacité et une résistance en série permettent de régler l'impédance terminale de telle sorte que l'antenne soit « compensée ». C'est ce dispositif qui a donné les meilleurs résultats lorsqu'on désire ne recevoir que les signaux d'une seule station ; les

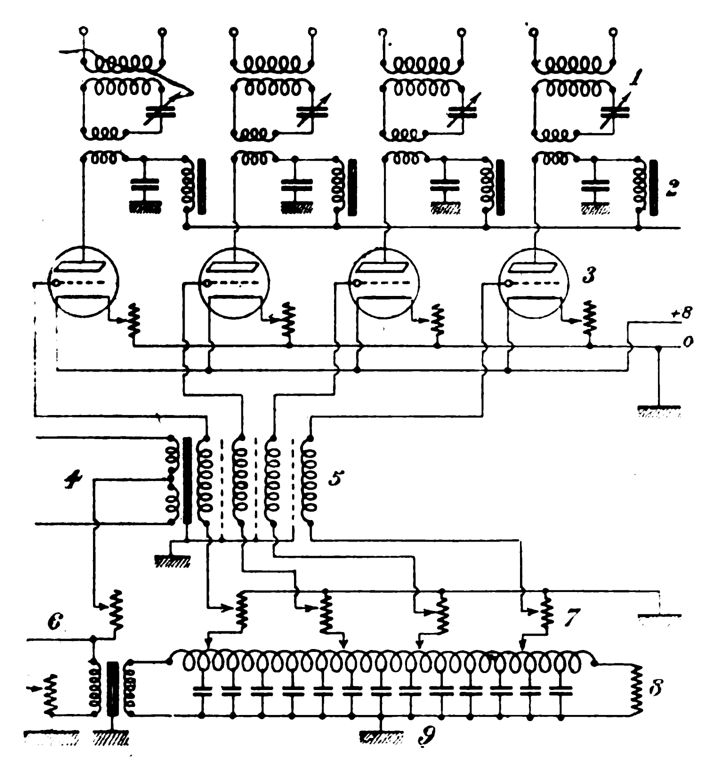


Fig. 19.

1. Circuits oscillants de réception. — 2. Filtres de plaque. — 3. Tubes de couplage. — 4. Antenne. — 5. Transformateur multiple. — 6. Résistance d'amortissement de l'antenne. — 7. Potentiomètres. — 8. Résistance d'amortissement de la ligne artificielle. — 9. Ligne artificielle.

auteurs ont également essayé le montage imaginé par Beverage et qui a été déjà publié dans *l'Onde électrique* [1].

La ligne est supportée par des poteaux sur lesquels sont placées deux traverses, l'une est à trente pieds au-dessus du sol et l'autre à dix-huit; la première supporte deux fils nus et la seconde quatre fils. La longueur totale qui était primitivement de 7 milles a été portée à

[1] Novembre 1923, p. 668, fig. 4.

9 milles et des dispositifs sont prévus de façon qu'on puisse mesurer le courant à des intervalles réguliers.

Alors qu'avec les fils recouverts de caoutchouc et placés sur le sol, la longueur optima était seulement de 6 à 7 kilomètres (1), on constata avec la nouvelle ligne que les signaux reçus étaient d'autant plus intenses que la ligne était plus longue.

Enfin, la ligne est orientée du sud-ouest au nord-est, c'est-à-dire vers les principaux postes européens et, comme dans la région de Riverhead les parasites proviennent en général de la direction sud-ouest, leur action perturbatrice est très faible.

Réception multiplex. — L'antenne ne peut être rigoureusement « compensée » que pour une longueur d'onde déterminée, mais il n'est pas nécessaire d'avoir une compensation parfaite pour recevoir les signaux. Si, par conséquent, on se contente d'une compensation approchée, il sera possible de recevoir simultanément plusieurs postes. Il suffit d'avoir un transformateur de sortie comprenant autant de secondaires que de postes à recevoir. L'une des bornes de l'un des secondaires est reliée à la grille d'une lampe à trois électrodes et l'autre peut se déplacer le long d'une ligne artificielle au moyen d'un contact glissant (fig. 19). Les courants de grille étant très faibles il n'y a pas de réaction entre les divers secondaires qui sont, en outre, protégés électrostatiquement par des écrans mis à la terre.

Après détection et amplification les signaux sont transmis à New-York.

Nous citerons pour terminer, la curieuse expérience suivante : les signaux de la station britannique de Carnavon ayant été reçus à Riverhead furent automatiquement transmis à New-York où ils actionnèrent les relais commandant le poste américain de New-Brunswick, de sorte que, les opérateurs anglais purent recevoir leur propre signal sur l'onde de New-Brunswick.

F. Bedeau.

---

(1) On ne pouvait opérer avec une plus grande longueur, non pas parce qu'il se produirait un effet de saturation qui n'a jamais été observé, mais parce que la vitesse de propagation du courant u était beaucoup plus faible que la vitesse v de propagation dans l'espace de l'onde hertzienne.



UN AMATEUR FRANÇAIS EN AMÉRIQUE

Par Léon DELOY (8AB)

(Suite)

Le 28 août dans l'après-midi, j'arrivais, en compagnie de l'ami Hansen, à la station de Neptune Avenue, Brooklyn, où nous avait amenés le chemin de fer électrique élevé. Du train, j'avais pu me rendre compte de l'aspect général de la localité où est installé le célèbre poste 2 FP. Situé à quelques centaines de mètres de l'Océan Atlantique, sur un terrain parfaitement plat et entouré uniquement par de basses constructions en bois que son antenne domine, ce poste

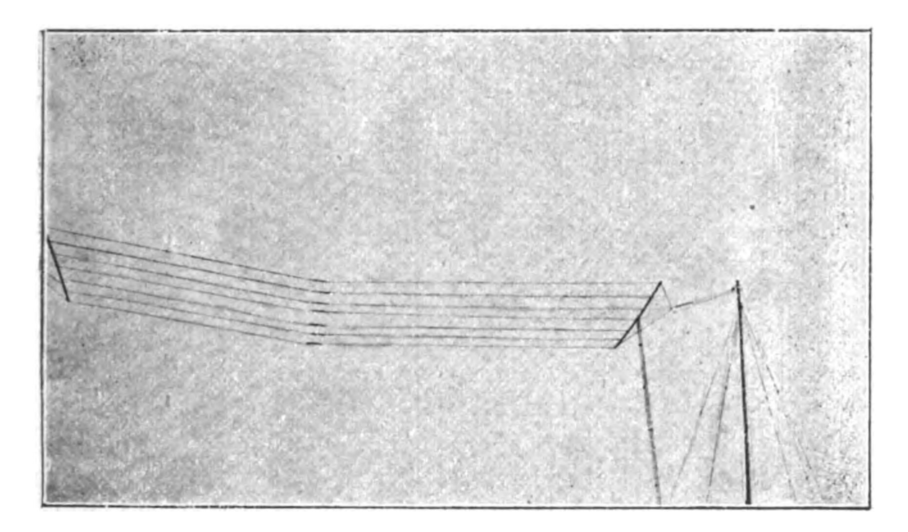


Fig. 1.

doit certainement une large part des excellents résultats qu'il obtient, à son emplacement privilégié.

En arrivant près du poste, on est frappé par les dimensions de l'antenne, non pas par son importance, mais au contraire par sa petitesse! Cette antenne, supportée par deux mâts en bois de 25 mètres de hauteur, consiste en un prisme horizontal d'une vingtaine de centimètres de diamètre avec descente unifilaire en son milieu. Quant à la prise de terre, elle est extrêmement bonne, étant formée par des

plaques métalliques enfouies dans le sol sablonneux, à une profondeur telle qu'elles baignent constamment dans l'eau.

Le poste d'émission était anciennement un poste d'un kilowatt à étincelles. Il employait un éclateur tournant synchrone et l'antenne était alors une nappe horizontale avec descente en prisme (fig. 1). Actuellement, ce poste a été remplacé par un émetteur à triodes. M. J. K. Hewitt (à gauche, fig. 2), l'heureux possesseur d'un des meilleurs postes d'amateurs des États-Unis, nous reçoit de façon charmante et, fier de son œuvre, nous donne tous détails sur son poste en nous le faisant visiter. Il emploie une triode de 250 watts qui prend 600 à 700 watts à un transformateur alimenté par un alternateur à 500 périodes. Le courant d'antenne est voisin de 8 ampères



Fig. 2.

sur une onde d'environ 200 mètres. C'est avec ce montage que 2 FP a été reçu jusqu'en Australie et que de Nice je l'ai entendu m'appeler au printemps 1923; ses signaux étaient si forts sur deux lampes (montage décrit dans *l'Onde Électrique*, n° 18) que je le recevais parfaitement sans que le récepteur soit accroché; on entendait alors la note caractéristique produite par le courant à 500 périodes de son alternateur. Les appareils d'émission sont installés dans une cave et commandés à distance de la salle contenant les appareils de réception qui, elle, est située au rez-de-chaussée.

Ma prochaine visite fut pour le poste de télégraphie sans fil des grands magasins Wanamaker de New-York. Il ne s'agit plus là d'un poste d'amateur, mais d'un poste commercial destiné à échanger des télégrammes entre ce magasin et sa succursale de Philadelphie. Cette correspondance privée par télégraphie sans fil est souvent employée aux États-Unis, de préférence à la location d'un fil spécial généralement beaucoup plus coûteuse.

La poste Wanamaker de New-York, WHI, est un poste à étincelles de 5 kilowatts (la distance à couvrir de jour est d'environ 150 kilomètres). L'antenne en nappe est supportée par deux pylônes installés sur le toit de l'édifice et la prise de terre a donné de meilleurs résultats que le contrepoids qui a été essayé. Les appareils d'émission sont installés à l'étage supérieur et commandés du poste de réception

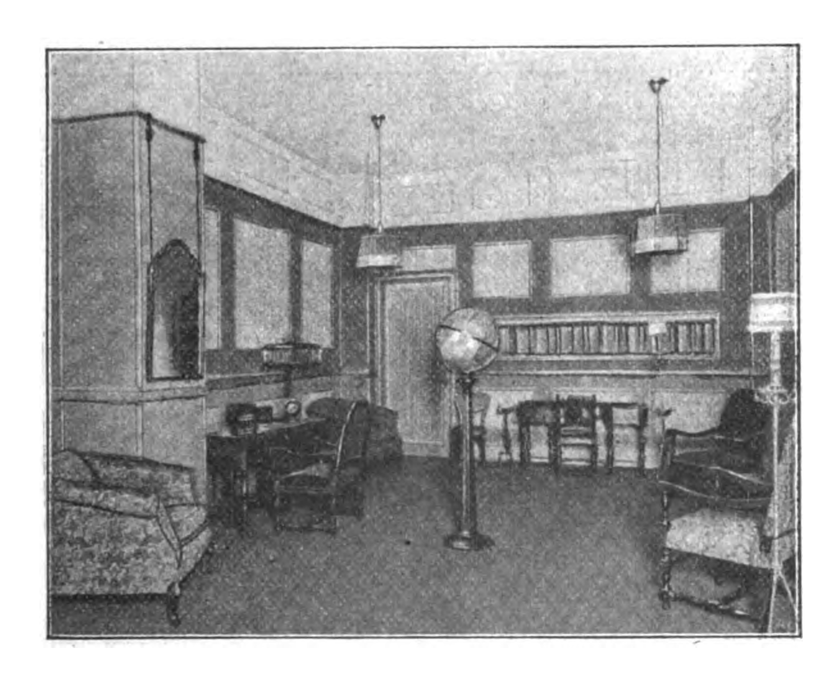


Fig. 3

situé quelques étages plus bas. Ce poste emploie une longueur d'onde d'environ 1.500 mètres. Il échange journellement des centaines de télégrammes avec son correspondant WHE.

Après avoir visité WHI, j'eus le même jour l'occasion d'admirer le merveilleux poste de broadcasting qu'est WJZ. J'y fus reçu de la façon

la plus charmante, et les photographies jointes à cet article m'y furent offertes tout spécialement pour les lecteurs de *l'Onde Electrique.*

On me fait d'abord pénétrer dans un des deux « studios » dont dispose le poste. C'est une vaste pièce, élégamment meublée (fig. 3) et tapissée de telle sorte qu'aucun écho ne peut se produire. Au seuil de cette visite, on me donne quelques détails sur ce poste dit « Broadcast Central » qui se pique d'être le meilleur poste au monde pour la qualité de ses programmes et la perfection de son appareillage. Les frais d'entretien de « Broadcast Central » sont, paraît-il, de 10.000 dollars par mois, bien que les artistes prêtent bénévolement leur concours, étant très heureux de se faire ainsi de la réclame par téléphonie sans fil.

« Broadcast Central » a été installé et est exploité par la Radio Corporation of America. Situé en plein centre de New-York (Aeolian

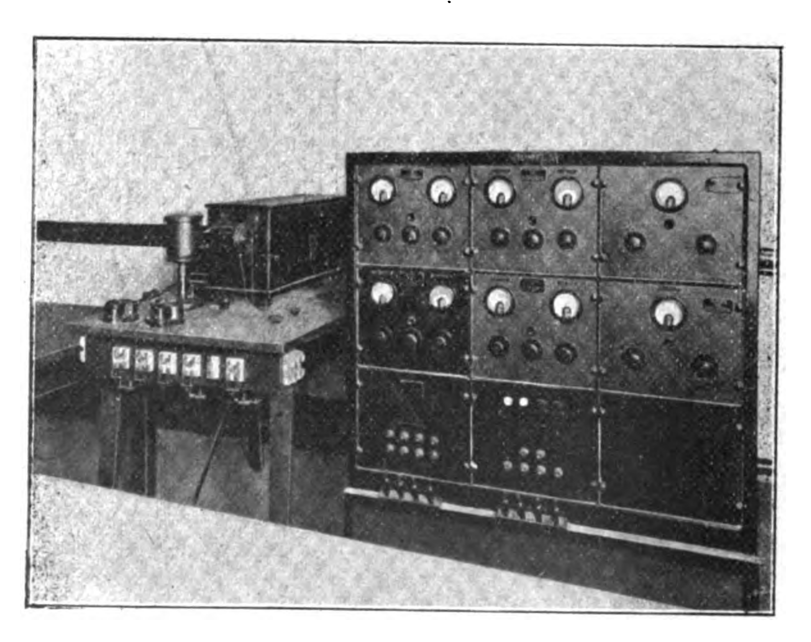


Fig. 4.

Hall, 29 West, 42e rue), il est à proximité de tous les théâtres. L'installation comprend deux postes complets et entièrement indépendants qui peuvent émettre simultanément; de plus, pour chaque poste, tous les appareils sont installés en double pour parer à toute panne possible.

Au centre du « studio », on remarque une sorte de globe terrestre. C'est à l'intérieur de ce globe que se trouve le microphone d'émission. On le dissimule ainsi, car il paraît que beaucoup d'artistes et d'orateurs, pourtant habitués au public, deviennent extrêmement nerveux dès qu'ils ont à chanter ou à parler devant le microphone. Sur la table, à gauche, se trouve le microphone du speaker et une boîte de



Fig. 3.

commande agissant sur les différents microphones, etc. Le deuxième « studio » est tout à fait analogue au premier.

De là, nous passons dans une pièce voisine où se trouvent les amplificateurs de courant microphonique. La figure 4 représente, à

la plus charmante, et les photographies jointes à cet article m'y furent offertes tout spécialement pour les lecteurs de *l'Onde Electrique.*

On me fait d'abord pénétrer dans un des deux « studios » dont dispose le poste. C'est une vaste pièce, élégamment meublée (fig. 3) et tapissée de telle sorte qu'aucun écho ne peut se produire. Au seuil de cette visite, on me donne quelques détails sur ce poste dit « Broadcast Central » qui se pique d'être le meilleur poste au monde pour la qualité de ses programmes et la perfection de son appareillage. Les frais d'entretien de « Broadcast Central » sont, paraît-il, de 10.000 dollars par mois, bien que les artistes prêtent bénévolement leur concours, étant très heureux de se faire ainsi de la réclame par téléphonie sans fil.

« Broadcast Central » a été installé et est exploité par la Radio Corporation of America. Situé en plein centre de New-York (Aeolian

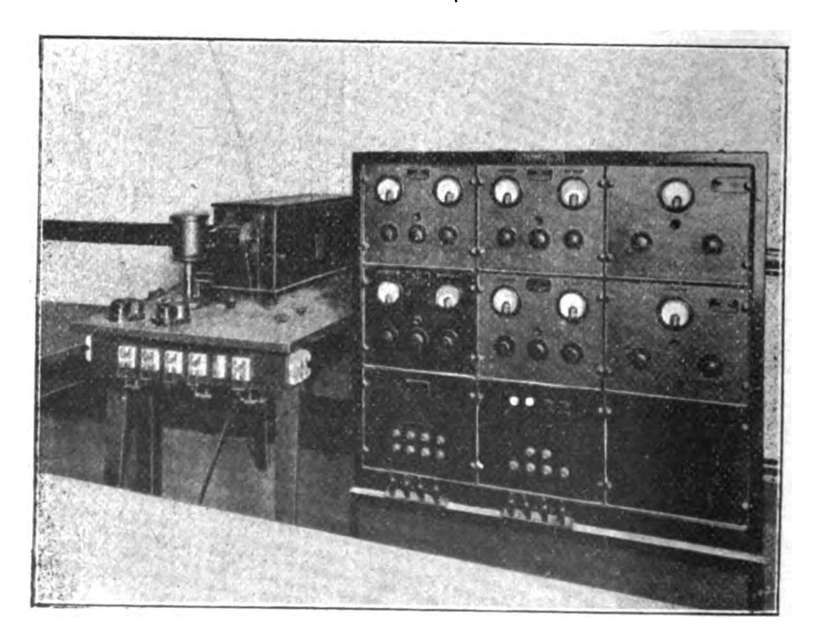


Fig. 4.

Hall, 29 West, 42e rue), il est à proximité de tous les théâtres. L'installation comprend deux postes complets et entièrement indépendants qui peuvent émettre simultanément; de plus, pour chaque poste, tous les appareils sont installés en double pour parer à toute panne possible.

Au centre du « studio », on remarque une sorte de globe terrestre. C'est à l'intérieur de ce globe que se trouve le microphone d'émission. On le dissimule ainsi, car il paraît que beaucoup d'artistes et d'orateurs, pourtant habitués au public, deviennent extrêmement nerveux dès qu'ils ont à chanter ou à parler devant le microphone. Sur la table, à gauche, se trouve le microphone du speaker et une boîte de



Fig. 3.

commande agissant sur les différents microphones, etc. Le deuxième « studio » est tout à fait analogue au premier.

De là, nous passons dans une pièce voisine où se trouvent les amplificateurs de courant microphonique. La figure 4 représente, à

droite, un de ces amplificateurs. De l'autre côté de la salle s'en trouve un identique pour l'autre poste d'émission. A gauche, nous voyons un appareil extrêmement intéressant qui est représenté avec plus de détails sur la figure 5. C'est un oscillographe qui permet, grâce à l'emploi d'un miroir tournant, de vérifier constamment si la modulation est bonne. La figure 6 est une photographie de ce que l'on voit dans le miroir quand on prononce le mot « Hello » devant le microphone.

Les courants sortant des amplificateurs sont conduits aux postes d'émission installés de nombreux étages plus haut, sur le toit de l'immeuble. La figure 7 représente à droite les quatre postes d'émission (deux pouvant fonctionner en même temps, et deux de secours) et leurs quatre groupes d'alimentation comprenant chacun un moteur, une dynamo haute tension et une excitatrice. Chaque poste est dit de

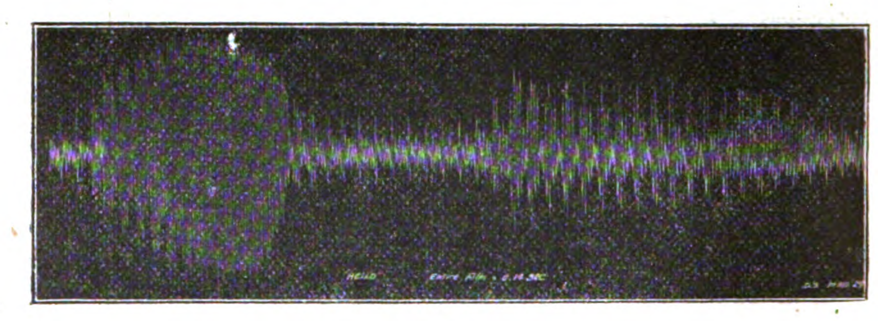


Fig. 6.

« 500 watts », il emploie quatre triodes « de 250 watts »; deux comme oscillatrices et deux comme modulatrices. L'un des postes, WJZ, travaille sur 455 mètres de longueur d'onde et l'autre, WJY, sur 405. La figure 8 représente la table d'où l'opérateur peut exécuter toutes les manœuvres nécessaires pour mettre en marche l'un quelconque des postes et d'où il assure une écoute permanente sur 600 mètres de longueur d'onde pour interrompre toute transmission en cas de « SOS ».

Nous nous rendons ensuite sur le toit où sont installées les antennes. Elles sont supportées par deux pylônes de 40 mètres, et leur partie supérieure se trouve ainsi à 120 mètres au-dessus du sol. Elles sont toutes deux en forme de « L », et la partie horizontale de chacune sert de haubans à l'autre. (fig. 9).

En résumé, le poste de « Broadcast Central » est, sans contredit, le

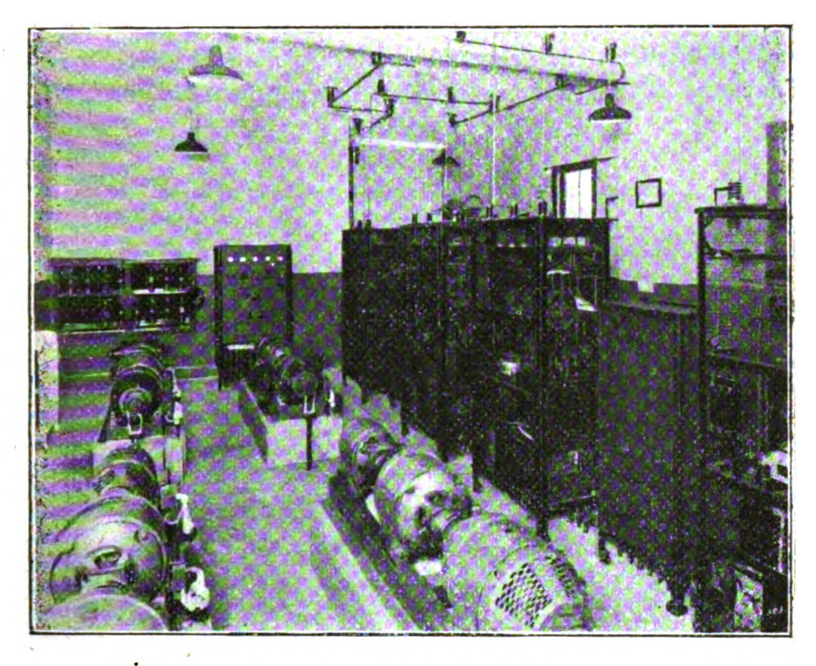
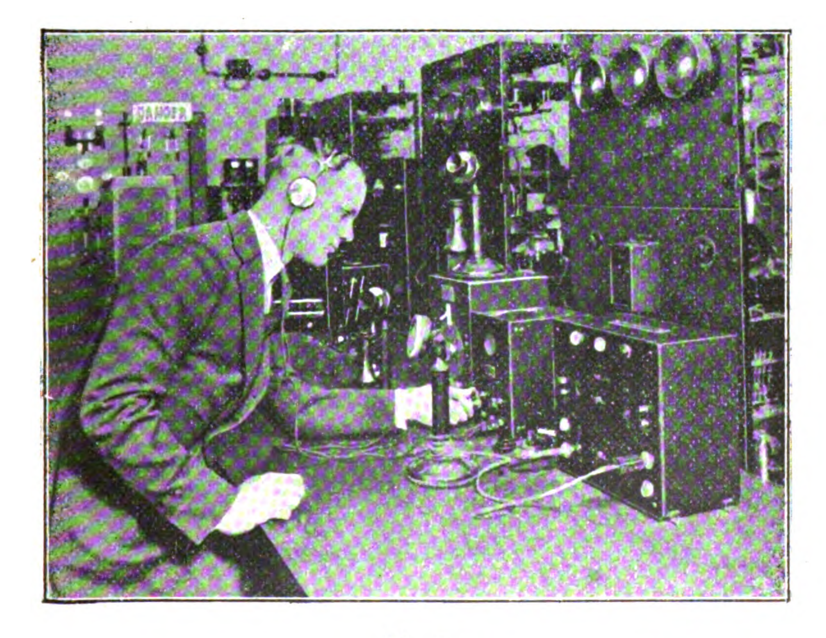


Fig. 7.



Fi . 8.

mieux équipé de ceux que j'ai visités pendant mon voyage en Amérique. Il semble, toutefois, que sa portée ne soit pas aussi grande que ce que l'on espérait en le construisant et qu'elle soit inférieure à celle de l'ancien WJZ installé par la même compagnie à Newark, N.J.

L. DELOY.



Fig. 9.

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Réunion du 20 février 1924.

Liste des nouveaux membres.

MM. de Dorlodot (Baron Albert), membre de la Commission internationale de télégraphie du temps, château de Floreffe (Belgique).

Gnesutta (Eugenio), ingénieur, Via Zilodrammatici n°4, Milan 2e (Italie).

Dubosq (René), professeur de philosophie et de sciences, 13 bis, rue de Nesmond, à Bayeux.

Rigal (Gaston), ingénieur électricien aux Aciéries de France, à Isbergues, (Pas-de-Calais).

Verniory (René), instituteur, 13, rue du Roveray, Genève (Suisse).

Pernot (Pierre), élève à l'École nationale des ponts et chaussées, 28, rue des Saints-Pères, Paris (VIIe).

Holweck (Fernand), chef des travaux à l'Institut du radium, 6, rue Adolphe-Focillon, Paris (XIVe).

Zimmern (Fernand), élève à l'École des mines, 67, avenue des Champs-Élysées, Paris (VIIIe).

Barbier-Bouvet (Félix), docteur en médecine, à Tilly-sur-Meuse (Meuse).

Bricout (Pierre), ingénieur, 22, rue du Général-Foy, Paris (VIIIe).

Simmunck (Rodolphe), docteur, Prague I, Liliova 17 (Tchécoslovaquie).

Zacek (Auguste), directeur de l'Institut de physique de l'Université tchèque, Prague II, U Karlova (Tchécoslovaquie).

Goldschmied (Frédéric), ingénieur, docteur ès sciences, Prague VII, 1173 (Tchécoslovaquie).

Cambez (Euthyme), avoué près la Cour d'appel, 1, rue des Vierges, Douai.

de Hattowski (Sigismond), ingénieur électricien, 19, rue Saint-Georges, Wilno (Pologne).

Schott (René), ingénieur, villa Sylva, faubourg de Doméon, à Thaon-les-Vosges (Vosges).

Dannatt (F. C.), ingénieur, 198, rue Saint-Jacques, Paris (Ve).

Hermet (Rogelio), calle 6, entre 58 J 59, n° 1261, à La Plata (République Argentine).

Lenzi (Cesare), ingénieur électricien A. I. M., Corso del Popolo 20, Padova (Italie).

Drouin (Robert), chef de la station interalliée à Dusseldorf, secteur postal 3.

Génési (Joseph), chef du poste radiotélégraphique de Nossi-Bé (Madagascar).

Chalier (André), commis des P. T. T., 4, montée du Télégraphe, Lyon Saint-Just (Rhône).

Bérard (Adolphe), étudiant, 2, rue Hondet, Marseille.

Chenavas (Claude), étudiant ès sciences, 13, boulevard Gambetta, Grenoble (Isère).

le lieutenant Bovis, du 1er bataillon de chasseurs mitrailleurs, 1, rue Arson, Nice.

Batifoulier (Robert), ingénieur-chef au Bon Marché, 40, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie, Paris (IVe).

Pinon (Maurice), constructeur radio-électricien, 2, route de l'Empereur, à Rueil (Seine-et-Oise).

Touraton (Émile), ingénieur E. S. E., chemin de Mousseaux, Châteauroux (Indre).

Lorfèvre (Jean), ingénieur radiotélégraphiste, Valentinska Ulice I, Praha I (Tchécoslovaquie).

Communications.

La fabrication des tubes électroniques par M. Beauvais.

Alimentation des triodes en alternatif par M. Lévy.

UNION INTERNATIONALE DES AMATEURS DE T. S. F.

Profitant du passage à Paris de M. Hiram Pany Maxim, depuis quinze ans président de l'ARRL (American Radio Relay League), le Comité intersociétaire délégué des trois sociétés françaises de télégraphie sans fil avait invité les amateurs européens de télégraphie sans fil à se réunir les 12, 13 et 14 mars, pour étudier la possibilité de formation d'une Union internationale des Amateurs de télégraphie sans fil. L'Angleterre, la Belgique, la Suisse, le Luxembourg avaient envoyé des délégués. L'Italie, l'Espagne et le Danemark s'étaient fait représenter. Au cours du dîner de clôture du 14 mars, présidé par M. le général Ferrié, M. Maxim a souligné tout l'intérêt que présentait la coopération des amateurs de tous les pays, au triple point de vue de l'avancement de la science, de la défense des droits que les amateurs se sont légitimement acquis et de l'heureuse influence morale que pouvait avoir sur la fraternité entre les peuples ce nouvel et puissant moyen de communication que constitue la télégraphie sans fil. Qui, a notamment fait remarquer M. Maxim, aurait pu prévoir il y a dix ans l'évolution si rapide de la radiotélégraphie; qui pourrait être assez audacieux pour prédire aujourd'hui où nous en serons dans seulement cinq années?

A la suite du désir unanime des délégués présents, un Comité

international s'est constitué, destiné à préparer, sous la présidence de M. Maxim, la réalisation d'une Union internationale des Amateurs de télégraphie sans fil. Un délégué de chaque nationalité doit y trouver place. M. le docteur Corret a été désigné pour y représenter les amateurs français. M. Marcuse, délégué britannique, qui était venu apporter à M. Maxim une adresse de la part des amateurs anglais, entièrement d'accord quant à la nécessité d'une coopération internationale entre les amateurs, a promis de faire désigner, dès son retour, le délégué anglais. Le baron A. de Dorlodot représentera la Belgique et les autres délégués présents demanderont à leurs sociétés nationales respectives de désigner leur représentant.

Pour manifester la création de cette intéressante association, le Comité a été d'avis d'organiser au cours de l'année 1925 un Congrès international d'amateurs, qui se tiendrait à Paris vers le mois d'avril.

Il convient de se féliciter de ce grand pas accompli. Rien ne peut être plus utile, à l'amateurisme et à la science, que cette bonne entente internationale. Ces heureux résultats sont tout à l'éloge du Comité intersociétaire et de la Commission d'organisation, qui, sous la présidence de M. Corret, et la vice-présidence de M. Waddington, comptait parmi ses membres MM. Clavier, Colmant, Coutant, Deloy, de Waru, Hémardinquer (secrétaire), Hervé-Gruyer, Lakhowsky, Lardry, Louis, Quinet, colonel Rouffet, Roussel, Vagné. Il reste à préparer avec soin le prochain Congrès et à espérer, pour ce faire, la collaboration de tout l'amateurisme français.

RÉSULTATS COMPLETS DES ESSAIS TRANSATLANTIQUES

Au cours des essais transatlantiques effectués en décembre 1923 et janvier 1924, quarante stations européennes d'amateurs ont été entendues aux États-Unis et au Canada par 96 amateurs américains.

Ce sont :

Vingt stations britanniques : 2FN, 2FQ, 2FU, 2IN, 2KF, 2KW, 2NM, 2OD, 2ON, 2SH, 2SZ, 5AT, 5BY, 5KO, 5LC, 5NN, 5PU, 6NI, 6XX, 6YA ;

Quatorze stations françaises : 8AB, 8Aé, 8ARA, 8AZ, 8Bé, 8BF, 8BM, 8CD, 8CF, 8CS, 8CT, 8CZ, 8JL, 8LY ;

Six stations hollandaises : PA9, PCII, PAzéroDV, PARI4, NAB2, PAzéroUS.

Ces résultats ont été obtenus malgré le brouillage causé par plus de 1 200 stations américaines différentes, dont les indicatifs ont été relevés pendant les essais. Quatre mille dollars de prix avaient pour-

tant été promis pour essayer d'obtenir le silence, mais, déclare M. F. H. Schnell, directeur du trafic de la *American Radio Relay League*, « il semble absolument impossible de faire tenir tranquilles les amateurs américains ».

Voici, pour chaque station européenne entendue en Amérique, le nombre des nuits, avec leurs dates, et les noms des localités américaines où ont été reçus leurs signaux. Lorsque plusieurs amateurs les ont entendus dans une même localité, leur nombre est indiqué entre parenthèses.

Stations Britanniques.

2FN : 6 nuits : 30 et 31 décembre, 3, 4, 9 et 10 janvier.
4 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; South Dixbury, Mass.; Dorchester, Mass.

2FQ : 1 nuit : 22.
1 localité : Chatam, Mass.

2FU : 1 nuit : 10.
1 localité : Atlantic, Mass.

2IN : 2 nuits : 2,3.
1 localité : Atlantic, Mass.

2KF : 2 nuits : 26, 4.
3 localités : Chatam, Mass.; Halifax, N.S. (Can.); Darthmouth, N.S. (Can.).

2KW : 3 nuits : 30, 2, 7.
3 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; New-York City.

2NM : 8 nuits : 28, 29, 31, 1, 2, 3, 4, 6.
5 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Providence, R.I.; Jacquet River, N.B. (Can.); South Dixbury, Mass.

2OD : 5 nuits : 28, 29, 2, 3, 7.
3 localités : Halifax, N.S. (Can.); Darthmouth, N.S. (Can.); Washington, D.C.

2ON : 1 nuit : 6.
1 localité : Plymouth, Mass.

2SH : Pas d'indications.

2SZ : 19 nuits : 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.
28 localités : Atlantic, Mass. (2); Chatam, Mass.; Cynwyd, Pa.; Providence, R.I. (2); Jacquet River, N.B. (Can.); Halifax, N.S. (Can.); Darthmouth, N.S. (Can.); Eastport, Me.; Junction, N.H.; Sousb Duxbury, Mass.; Gardner, Mass.; Plymouth, Mass. (2); Framingham, Mass.; Winth-

rop, Mass.; Auburn, Me.; Livermore Falls, Me.; Bar Harbor, Me.; South Hamilton, Mass.; Pasaic, N.J.; Ridgefield Park, N.J ; Brooklyn, N.Y.; Cyster Bay, N.Y.; Ambler, Pa.; Petersburg, Va.; Lehighton, Pa.; Hartford, Conn.; Washington, D.C. (2); Easton, Pa.

5AT : 17 nuits : 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.
18 localités : Atlantic, Mass. (2); Chatam, Mass.; Providence, R.I.; Jacquet River, N.B. (Can.); North Harwich, Mass.; South Duxbury, Mass.; South Hamilton, Mass. (2); Norwood, Mass.; Plymouth, Mass. (2); Dorchester, Mass.; Gardner, Mass.; Winthrop, Mass.; Livermore Falls, Me.; Bar Harbor, Me. (2); Troy, N.Y.; New York City (2); Yonkers, N.Y.; Oyster Bay, N.Y.

5BV : 3 nuits : 27, 28, 29.
6 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Halifax, N.S. (Can.); Darthmouth, N.S. (Can.); South Duxbury, Mass.; New York City.

5KO : 3 nuits : 28, 4, 7.
6 localités : Atlantic, Mass.; Jacquet River, N.B. (Can.); Halifax, N.S. (Can.); Darthmouth, N.S. (Can.); Washington, D.C.; Summit, N.J.

5LC : 4 nuits : 25, 28, 4, 6.
5 localités : Atlantic, Mass.; Providence, R.I.; South Duxbury, Mass.; Beverly, Mass.; Auburn, Me.

5NN : 4 nuits : 5, 7, 8, 10.
2 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.

5PU : 7 nuits : 25, 28, 29, 30, 1, 2, 10.
7 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Providence, R.I.; South Duxbury, Mass.; Winthrop, Mass.; Plymouth, Mass.; Ambler, Pa.

6NI : 9 nuits : 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 3, 6.
6 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Jacquet River, N.B. (Can.); South Duxbury, Mass.; Framingham, Mass.; Annville, Pa.

6XX : 16 nuits : 23, 24, 25, 26, 28, 29, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.
23 localités : Atlantic, Mass. (2); Chatam, Mass.; Providence, R.I. (2); Jacquet River, N.B. (Can.); Halifax, N.S. (Can.); Sharon, Mass.; Eastport, Me.; North Harwich, Mass.; Arlington, Mass.; Junction, N.H.; South Hamilton, Mass. (2); Plymouth, Mass. (3); Beverly, Mass.; Dorchester, Mass.; Gardner, Mass.; Winthrop, Mass.; Liver-

more Falls, Me.: Bar Harbor, Me. (2); Pasaic, N.J.: Yonkers, N.Y.: Rochester, N.Y.; Summit, N.J.; New York City.

6YA : 2 nuits : 23, 24.
6 localités : Atlantic, Mass.: Halifax, N.S. (Can.); New London, Conn.: Norwood, Mass.; Dorchester, Mass.: Troy, N.Y.

Stations Françaises.

8AB : 20 nuits : 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.
48 localités : Atlantic, Mass. (2); Chatam, Mass.; Çynwyd, Pa.; Chicago, Ill. (2): Providence, R.I.; Jacquet River, N.B. (Can.); Halifax, N.S. (Can.) (2); Darthmouth, N.S. (Can.) (2); Galesburg, Ill.; Toronto, Ont. (Can.); Sandwich Ont. (Can.); Mattapoisett, Mass.; New London, Conn.: Methuen, Mass.; Bridgewater, Mass.; Leominster, Mass.: Springdale, Conn.; South Hamilton, Mass.; So. Manchester, Conn.; Plymouth, Mass.; Westboro, Mass.; Pasaic, N.J.; Brooklyn, N.Y. (3); Brielle, N.J.; Ocean Grove, N.J.; Bronxville, N.Y.; Ridgewood, N.J.; Oyster Bay, N.Y.; New-York City (3); Yonkers, N.Y.; Grantwood, N.J.; Ambler, Pa. (2); Washington, D.C. (3): Kennett Square, Pa.; Easton, Pa.; Parkesburg, Pa.: Roanoke, Va.; Danville, Va.; Petersburg, Va.; Nazareth, Pa.; Lakeland, Fla.; E. Bloomfield, N.Y.; Steubenville, Chio.; Monaca, Pa.; Buffalo, N.Y.; Dayton, N.Y.; Summit, N.J.; Hartford, Conn.

8Aé : 7 nuits : 24, 26, 28, 30, 1, 7, 9.
11 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Providence, R.I.; Jacquet River, N.B. (Can.); Halifax, N.S. (Can.); South Duxbury, Mass.; Plymouth, Mass.; Winthrop, Mass.; Auburn, Me.; Livermore Falls, Me.; Darthmouth, N.S. (Can.).

8ARA: 2 nuits : 30, 5.
4 localités : Halifax, N.S. (Can.); Darthmouth, N.S. (Can.); Washington, D.C.: New York City.

8AZ : 6 nuits : 30, 31, 1, 3, 5, 6.
7 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Jacquet River, N.B. (Can.); South Duxbury, Mass.; Bar Harbor, Me. (2); Plymouth, Mass.; Bronxville, N.Y.

8Bé : 10 nuits : 25, 26, 28, 30, 1, 3, 5, 7, 9, 10.
11 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Providence, R.I.: Jacquet River, N.B. (Can.); South Duxbury, Mass.; Norwood, Mass.; Plymouth, Mass. (2); Dorchester, Mass.; Framingham, Mass.; Livermore Falls, Me.; Bar Harbor, Me.

8BF : 13 nuits : 22, 24, 26, 28, 30, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9.
32 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Cynwyd, Pa.; Providence, R. I.; Jacquet River, N.B. (Can.); Halifax, N.S. (Can.) (2); Darthmouth, N.S. (Can.) (2); Caney, Kansas: Toronto, Ont. (Can.); N. Hamilton, Ont. (Can.); Agincourt, Ont. (Can.); New London, Conn.; Methuen, Mass.; South Duxbury, Mass.; Dorchester, Mass.; Plymouth, Mass.; Framingham, Mass.; Bar Harbor, Me. (2); Pasaic, N.J.; Brooklyn, N.Y. (2); Bronxville, N.Y.; Cyster Bay, N.Y.; New York City (2); Ambler, Pa.; Washington, D.C.: Easton, Pa.; Mobile, Ala.; Bloomfield, N.Y.; Steubenville, Ohio; Pontiac, Mich.; Catskill, N.Y.; Hartford, Conn.

8BM : 7 nuits : 30, 31, 1, 2, 4, 5, 7.
7 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Jacquet River, N.B. (Can.); Sharon, Mass.; South Duxbury, Mass.: Bar Harbor, Me.; Pasaic, N.J.

8CD : 1 nuit : 30.
Pas d'indication de localités.

8CF : 1 nuit : 10.
2 localités : Chatam, Mass.; Jacquet River, N.B. (Can.).

8CS : 6 nuits : 2, 3, 5, 6, 7, 10.
5 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Jacquet River, N.B. (Can.); South Duxbury, Mass.; Plymouth, Mass.

8CT : 7 nuits : 24, 26, 30, 1, 6, 8, 9.
3 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; South Duxbury, Mass.

8CZ : 1 nuit : 7.
2 localités : Atlantic, Mass.; Jacquet River, N.B. (Can.).

8JL : 1 nuit : 27.
Pas d'indication de localités.

8LY : 1 nuit : 27.
1 localité : Atlantic, Mass.

Stations Hollandaises.

PA9 : 15 nuits : 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 1, 4, 5, 7, 8, 9, 10.
18 localités : Atlantic, Mass. (2); Chatam, Mass.; Cynwyd.

Pa.; Jacquet River, N.B. (Can.); Halifax, N.S. (Can.); Darthmouth, N.S. (Can.) (2); Springdale, Conn.; South Duxbury, Mass.; Winthrop, Mass.; Pasaic, N.J.; Oyster Bay, N.Y.; Brooklyn, N.Y.; New-York City (2); Easton, Pa.; Washington, D.C.; Bloomfied, N.Y.; Lehighton, Pa.; Hartford, Conn.

PCII : 12 nuits : 23, 25, 26, 27, 28, 29, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
10 localités : Chatam, Mass.; Halifax, N.S. (Can.) (2); Darthmouth, N.S. (Can.); Toronto, Ont. (Can.); Methuen, Mass.; New-York City (2); Washington, D.C.; Parkesburg, Pa.; Summit, N.J.; Hartford, Conn.

PAZéroDV : 7 nuits : 23, 25, 30, 31, 1, 2, 8.
7 localités : Providence, R.I.; Jacquet River, N.B. (Can.); Halifax, N.S. (Can.); Toronto, Ont. (Can.); Junction, N.H.; New York City; Darthmouth, N.S. (Can.).

PAR 14 : 4 nuits : 1, 3, 5, 6.
5 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Halifax, N.S. (Can.); South Duxbury, Mass.; Plymouth, Mass.

NAB2 : 1 nuit : 8.
3 localités : Atlantic, Mass.; Chatam, Mass.; Jacquet River, N.B. (Can.).

PAZéroUS : 2 nuits : 2, 9.
1 localité : Jacquet River, N.B. (Can.).

Si l'on compare les résultats obtenus par les quarante stations européennes en se basant sur le nombre de localités américaines différentes où ont été entendus leurs signaux, on obtient le classement suivant (le nombre de nuits est indiqué entre parenthèses) :

48 localités : 8AB (20 nuits); 32 : 8BF (13); 28 : 2SZ (19); 23 : 6XX (16); 18 : PA9 (15); 5AT (17); 11 : 8Aé (7); 8Bé (10); 10 : PCII (12); 7 : 8AZ (6); 8BM, 5PU, PAZéroDV (7); 6 : 6YA (2); 5BY, 5KO (3); 6NI (9); 5 : 5LC, PARI4 (4); 8CS (6); 2NM (8); 4 : 8ARA (2); 2FN (6); 3 : NAB2 (1); 2KF (2); 2KW (3); 2OD (5); 8CT (7); 2 : 8CF, 8CZ (1); 5NN (4); 1 : 2FQ, 2FU, 2ON, 8LY (1); 2IN, PAZéroUS (2); ? : 8CD, 8JL (1); 2SH (?).

Les amateurs français constateront avec plaisir que ce sont deux de leurs stations qui se placent en tête d'un tel classement international, celles-là mêmes qui ont reçu la médaille d'or et la médaille d'argent de la fondation Lakhowsky pour les résultats obtenus par elles dans les essais transatlantiques.

L'INFLUENCE DU BROUILLAGE SUR LES RÉCEPTEURS A RÉACTION

Par L. BRILLOUIN, *Docteur ès sciences*
et E. FROMY, *Ingénieur à l'E. C. M. R.*

Position du problème. — De très nombreux dispositifs ont été proposés pour assurer la protection des appareils récepteurs contre les parasites et les brouillages. Mais pour établir une sélection utile, il est indispensable de bien connaître le mode d'action des effets que l'on veut éliminer. Pour les parasites, on ne possède guère de renseignements sur la nature des décharges atmosphériques qui les engendrent; il semble raisonnable de les considérer comme agissant par choc, mais ce n'est qu'une hypothèse.

Les brouillages, au contraire, sont d'origine bien connue; ce sont des actions oscillatoires de grande amplitude, telles que peuvent en causer des postes émetteurs proches et puissants. Il est aisé de reproduire en laboratoire des effets équivalents, et il nous a paru intéressant de rechercher systématiquement l'influence de ces brouillages sur divers types de récepteurs.

Nous avons plus spécialement étudié les *récepteurs à réaction;* ils sont, en effet, extrêmement répandus, et tout récepteur, relié à un amplificateur, peut être considéré comme un récepteur à réaction. Il n'y a pas, en effet, d'amplificateur qui ne soit plus ou moins capable de réagir sur les circuits oscillants de réception et d'y provoquer, dans certaines conditions, des accrochages d'oscillations entretenues.

Il semble, à priori, qu'un récepteur à réaction doive assurer une bonne protection contre les brouillages; en se réglant au voisinage de la position d'accrochage, on obtient une grande augmentation de l'amplification en même temps qu'une syntonie très aiguë. Malgré ces avantages, on constate que la protection est souvent très imparfaite, et l'on observe des effets assez déconcertants au premier abord.

Nous commencerons par résumer les résultats expérimentaux, qui se coordonnent d'une manière satisfaisante, puis nous en donnerons une interprétation générale, pour passer ensuite à la discussion détaillée des diverses causes de brouillages dans les récepteurs utilisant des lampes.

Résultats expérimentaux. — Le montage expérimental est extrêmement simple. Le récepteur à étudier est installé dans un coin du laboratoire, loin de tous les autres appareils, et l'on vérifie qu'il ne se produit aucune action directe des émetteurs sur les circuits du récepteur. On connecte le récepteur à une petite bobine, au moyen de deux fils parallèles et voisins; cette petite bobine est placée à l'autre extrémité du laboratoire auprès des émetteurs. Ceux-ci sont au nombre de deux : l'un est peu puissant et représente le poste lointain à recevoir; l'autre est beaucoup plus intense et figure le poste brouilleur. Ces émetteurs étaient tout d'abord des ondemètres à vibreurs, mais nous les avons remplacés par deux hétérodynes; la première, qui représentait le poste à recevoir, pouvait être continue ou modulée; dans ce second cas, on prenait la tension de plaque sur le réseau alternatif, ce qui donnait une modulation très régulière à quarante-deux périodes par seconde. On s'arrangeait de façon à recevoir faiblement cette émission et l'on observait les variations de la réception sous l'influence d'un brouillage plus ou moins intense.

Nous avons obtenu, dans ces conditions, des résultats très réguliers et qui peuvent se grouper de la manière suivante :

A. — Pour la plupart des récepteurs usuels, on observe que le brouillage diminue l'intensité de réception; le brouillage, étant fait au moyen d'une hétérodyne, était, de ce fait, inaudible par lui-même et on s'arrangeait à n'avoir aucune note de battement; de la sorte, on pouvait observer aisément son action sur la réception et on constatait que la diminution de l'intensité de réception était due en dernière analyse à un déréglage de la réaction.

Le réglage de la réaction s'effectue, suivant les appareils, en déplaçant une bobine dont on fait ainsi varier le couplage avec les circuits de réception, ou bien par le jeu d'un compensateur, c'est-à-dire d'une sorte de condensateur variable. De toutes façons, en manœuvrant la poignée de réglage d'une manière continue, on observe tout d'abord une réception ordinaire, puis une augmentation de l'amplification; à un certain point, il se produit un accrochage d'oscillations entretenues dans le récepteur; si l'on continue à augmenter la réaction, on obtient des oscillations locales de plus en plus intenses.

Sous l'action d'un brouilleur, on constate que la position du point d'accrochage est modifiée; dans le cas qui nous occupe et que nous caractériserons par la suite au moyen de la lettre A, le point d'accrochage est reculé. En présence d'un brouillage, il faut augmenter la réaction pour retrouver le point limite d'accrochage. C'est ce que

représente le diagramme de la figure 1; on y a porté en abscisses, suivant ox, les valeurs de la réaction mesurées au moyen de l'échelle arbitraire que porte l'appareil; en l'absence de tout brouillage le point

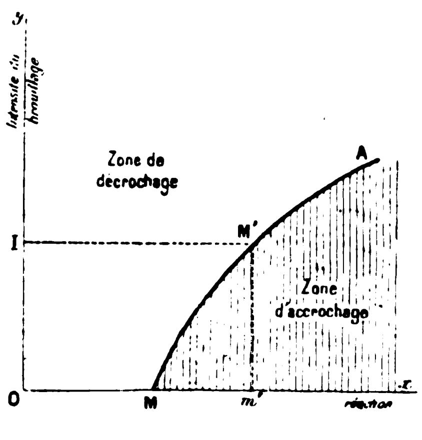


Fig. 1.

d'accrochage est en M. En ordonnées, on a porté l'intensité du brouillage; lorsque celle-ci augmente, le point M′ se déplace vers la droite; il faut augmenter la réaction pour obtenir l'accrochage et c'est ce que représente la courbe A.

B. — Un autre phénomène, très différent du précédent, s'observe

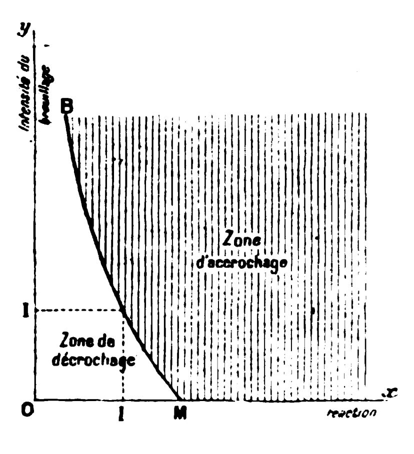


Fig. 2.

sur certains réglages du récepteur; il est, en général, prédominant lorsqu'on utilise une tension de plaque très élevée qui amène le point

de fonctionnement dans la partie supérieure de la caractéristique du courant de plaque de la lampe.

On constate que le brouillage couvre complètement la réception et produit un accrochage d'oscillations qui subsistent ensuite indéfiniment, même lorsque le brouilleur a cessé d'agir. Si l'on cherche alors le déplacement du point d'accrochage en fonction de l'intensité du brouillage, on trouve qu'il est représenté par la courbe de la figure 2; lorsque le brouillage augmente, l'accrochage des oscillations se produit pour des valeurs de plus en plus faibles de la réaction. Une fois les oscillations accrochées, elles persisteront évidemment, même après cessation du brouillage, car elles jouent, pour le déplacement du point d'accrochage, un rôle analogue à celui du brouillage initial.

Dans un récepteur de ce genre, les oscillations ont toujours une certaine tendance à s'accrocher sous l'influence d'un à-coup ou d'un parasite quelconque; aussi ne peut-on le régler très près de la limite d'accrochage.

Si on fait croître lentement l'intensité du brouillage en rapprochant la bobine induite de l'hétérodyne brouilleuse, on constate un effet assez paradoxal : lorsque le brouillage augmente, l'intensité de réception augmente peu à peu, puis on observe l'accrochage d'oscillations internes et la réception est supprimée. Ceci s'explique aisément sur le schéma de la figure 2 : la valeur de la réaction était

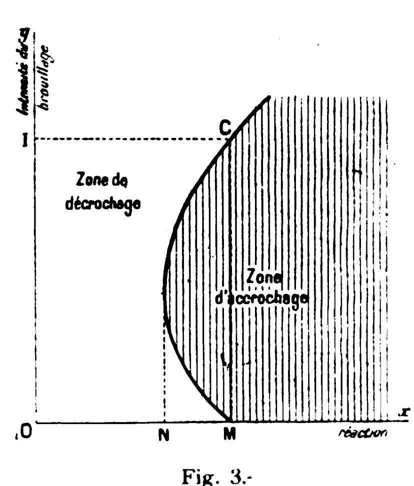


Fig. 3.-

représentée par le point P; pour un brouillage croissant, le point représentatif se rapproche de la courbe d'accrochage et la réception

est augmentée; lorsque le brouilleur atteint l'intensité I, l'accrochage se produit et couvre toute réception.

C et *D*. — On pouvait penser qu'entre les deux extrêmes représentés par les phénomènes A et B on pourrait trouver un réglage assurant l'indépendance des brouillages, le point d'accrochage gardant une position invariable même pour des brouillages intenses. Il faudrait pour cela que le lieu des accrochages limites soit une droite parallèle à l'axe des ordonnées; or, il n'en est rien, la caractéristique

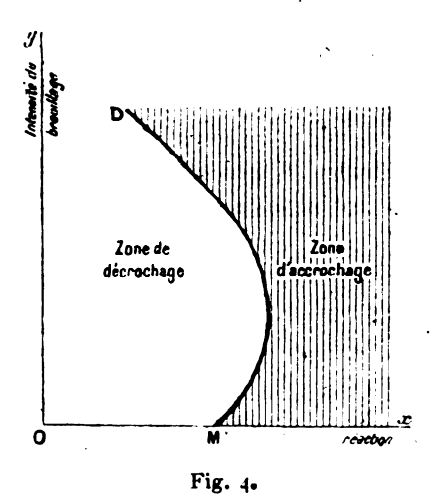


Fig. 4.

est une courbe et peut se présenter sous l'une des formes C et D (fig. 3 et 4).

La courbe D n'a pu être obtenue dans les cas étudiés. D'ailleurs, elle se confondrait en pratique avec le cas B dont il serait difficile de la distinguer.

Le diagramme C est plus curieux et s'observe nettement dans certains cas, nous en donnerons plus loin des exemples. Si le poste brouilleur est très puissant, le point de fonctionnement passe de M en M', l'amplification reprenant la même valeur qu'auparavant. Un brouillage plus intense diminue la réception et un brouillage plus faible provoque un accrochage local.

Dans le cas d'un brouillage puissant, le point figuratif qui était au-dessus de M', traverse la zone hachurée lorsque le brouilleur cesse d'agir; des oscillations locales s'amorcent et se stabilisent à une intensité voisine de I. Un nouveau brouillage ou une diminution de la réaction à gauche de N les font disparaître.

Les quatre aspects A, B, C, D représentent tous les cas qui

peuvent se présenter; ils sont en relation étroite avec le type d'accrochage qui se produit dans l'appareil.

Dans le cas A, la manœuvre de la réaction assure un accrochage d'oscillations très progressif et reversible; lorsqu'on a produit l'accrochage en augmentant la réaction, on retrouve, par une diminution de la réaction, un décrochage progressif qui se produit exactement au même réglage que l'accrochage.

Dans les cas B, C, au contraire, on observera un accrochage brusque et irréversible : une fois les oscillations accrochées, elles prennent rapidement une grande amplitude; pour les décrocher il faut diminuer considérablement la réaction et la ramener jusqu'au point N du diagramme de la figure 3.

Interprétation générale. — Les différentes apparences que nous avons notées s'interprètent assez aisément; avant d'examiner des cas

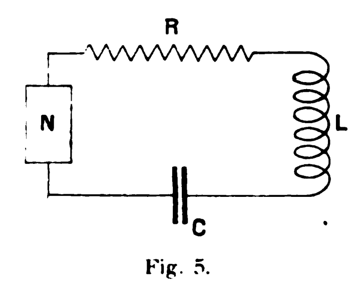


Fig. 5.

particuliers et des types déterminés de montages, il nous paraît utile d'indiquer l'idée générale qui nous servira de guide par la suite.

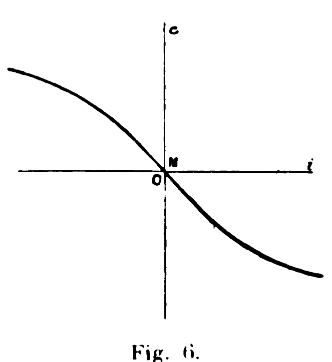


Fig. 6.

Nous considérerons un circuit oscillant tel que celui représenté figure 5; il comporte une self inductance L, une capacité C, une résistance R et une résistance négative N. On connait un grand

nombre de dispositifs qui réalisent des résistances négatives, c'est-à-dire qui jouissent d'une caractéristique $e=f(i)$ descendante. Pour les courants alternatifs qui traversent les divers dispositifs, la caractéristique se présente sous la forme indiquée figure 6.

Au voisinage du point de fonctionnement M, nous développerons la fonction $e=f(i)$ sous la forme :

(1) $$e=f_0' i+\frac{1}{2} f_0'' i^2+\frac{1}{6} f_0''' i^3+\frac{1}{24} f_0^{\text{iv}} i^4+\frac{1}{120} f^{\text{v}} i^5.$$

Dans cette expression la dérivée première f_0' est toujours négative à cause de la forme descendant de la caractéristique.

Cela étant, nous supposerons le circuit de la figure 5 soumis à l'influence de deux ondes incidentes créant dans la self L des forces électromotrices oscillatoires g_1 et g_2.

La première g_1 représentera la force électromotrice utile, c'est-à-dire celle du poste à recevoir. La seconde g_2 pourra provenir d'une induction brouilleuse.

Comme nous avons en vue l'étude des perturbations créées par un brouillage intense, nous regarderons dans ce qui suit le poste à recevoir comme très faible devant le brouilleur.

L'équation des oscillations dans le circuit est alors :

(2) $$\mathcal{L}\frac{d i}{d t}+\frac{1}{c}\int i d t+\mathcal{R} i+e=g_1+g_2$$

e étant la différence de potentiels aux bornes de la résistance négative donnée par la formule (1), dans laquelle intervient le courant i qui parcourt le circuit oscillant. Nous pourrons regarder ce courant comme la somme de deux courants sinusoïdaux créés respectivement par les forces électromotrices g_1 et g_2 et écrire :

(3) $$i=i_1+i_2=\mathrm{I}_1 \sin(\omega_1 t+\varphi_1)+\mathrm{I}_2 \sin(\omega_2 t+\varphi_2)$$

d'où :

$$e=f_0'(i_1+i_2)+\frac{1}{2} f_0''(i_1+i_2)^2+\frac{1}{6} f_0'''(i_1+i_2)^3$$
$$+\frac{1}{24} f^{\text{iv}}(i_1+i_2)^4+\frac{1}{120} f^{\text{v}}(i_1+i_2)^5.$$

Dans cette expression, nous développerons les diverses puissances, des courants,

$$(i_1+i_2)^2=i_1^2+2 i_1 i_2+i_2^2$$
$$(i_1+i_2)^3=i_1^3+3 i_1^2 i_2+3 i_1 i_2^2+i_2^3$$
$$(i_1+i_2)^4=i_1^4+4 i_1^3 i_2+6 i_1^2 i_2^2+4 i_1 i_2^3+i_2^4$$
$$(i_1+i_2)^5=i_1^5+5 i_1^4 i_2+10 i_1^3 i_2^2+10 i_1^2 i_2^3+5 i_1 i_2^4+i_2^5.$$

Nous regrouperons ces termes de la manière suivante :

$$e = \left\{ \begin{aligned} & \frac{1}{2} f_0'' (i_1^2 + i_2^2) + \frac{1}{24} f_0^{\text{IV}} (i_1^4 + 6 i_1^2 i_2^2 + i_2^4) \\ & + i_1 \left(f_0' + \frac{1}{2} f_0'' i_2 + \frac{1}{2} f_0''' i_2^2 + \frac{1}{6} f_0''' i_1^2 + \frac{1}{6} f_0^{\text{IV}} i_2^3 + \frac{1}{120} f_0^{\text{V}} (i_1^4 + 5 i_2^4 + 10 i_1^2 i_2^2) \right) \\ & + i_2 \left(f_0' + \frac{1}{2} f_0'' i_1 + \frac{1}{2} f_0''' i_1^2 + \frac{1}{6} f_0''' i_2^2 + \frac{1}{6} f_0^{\text{IV}} i_1^3 + \frac{1}{120} f_0^{\text{V}} (i_2^4 + 5 i_1^4 + 10 i_1^2 i_2^2) \right) \end{aligned} \right.$$

Nous prendrons maintenant les moyennes, en tenant compte de ce que i_1, i_2, i_1^3, i_2^3 sont nuls; les termes de la première ligne représentent l'apparition d'une différence de potentiels continue entre les deux extrémités du système N; c'est l'effet détecteur, qui ne nous intéresse pas pour le moment.

Les deux autres termes donnent les résistances négatives moyennes relatives aux deux courants i_1 et i_2. Après suppression des termes nuls en moyenne, la résistance négative de i_1 s'écrit :

$$f_0' + \frac{1}{2} f_0''' \overline{i_2^2} + \frac{1}{6} f_0''' \overline{i_1^2} + \frac{1}{120} f_0^{\text{V}} \overline{i_1^4} + \frac{1}{24} f_0^{\text{V}} \overline{i_2^4} + \frac{1}{12} f_0^{\text{V}} \overline{i_1^2 i_2^2}$$

Nous négligerons les termes en i_1^2 devant i_2^2, puisque nous supposons que le courant i_1 est infiniment faible, tandis que le brouilleur i_2 peut être notable.

Il nous reste alors, comme résistance moyenne totale du circuit, pour le courant i_1 :

$$\begin{aligned} r &= \text{R} + f_0' + \frac{1}{2} f_0''' \overline{i_2^2} + \frac{1}{24} f_0^{\text{V}} \overline{i_2^4} \\ &= \text{R} + f_0' + \frac{1}{4} f_0''' \text{I}_2^2 + \frac{1}{192} f_0^{\text{V}} \text{I}_2^4 ; \end{aligned}$$

on sait en effet que $\overline{\cos^2} = \frac{1}{2}$ et $\overline{\cos^4} = \frac{1}{8}$.

En l'absence de brouillage la résistance du circuit oscillant est :

$$r_0 = \text{R} + f_0' = \varepsilon$$

cette résistance est très faible puisque par hypothèse on a réglé le poste récepteur très près de la limite d'accrochage donnée par la relation :

$$\text{R} + f_0' = 0.$$

En présence du brouillage, la résistance passe de r_0 à :

$$r = r_0 + \frac{1}{4} f_0''' \text{I}_2^2 + \frac{1}{192} f_0^{\text{V}} \text{I}_2^4.$$

La variation de résistance est donc :

$$\Delta r = \frac{1}{4} f_0''' I_2^2 + \frac{1}{192} f_0^{v} I_2^4.$$

Si le brouilleur est assez puissant et si on est réglé assez près de la limite d'accrochage, cette variation peut être grande par rapport à r_0, d'où des phénomènes intéressants à analyser et qui dépendent des signes de f_0''' et f_0^{v} :

Premier cas. — Brouillage modéré. — Le terme en I_2^2 est alors prépondérant et les perturbations sont régies par le signe de f_0'''.

Si $f_0''' > 0$ le brouilleur augmente la résistance du circuit oscillant et étouffe la réception. Cas A.

Si $f_0''' < 0$ le brouilleur diminue la résistance du circuit oscillant, d'où augmentation de l'intensité de réception ou accrochage d'oscillations locales. Cas B.

Deuxième cas. — Brouillage intense. — Si on suppose que, de modéré, le brouillage devienne de plus en plus puissant, le terme en I_2^4, d'abord négligeable, devient prépondérant et son effet dépend du signe de f_0^{v}. Les divers cas qui peuvent se présenter sont alors :

$f_0''' > 0$ avec $f_0^{v} > 0$ → cas A
$f_0''' < 0$ avec $f_0^{v} < 0$ → cas B
$f_0''' < 0$ avec $f_0^{v} > 0$ → cas C
$f_0''' > 0$ avec $f_0^{v} < 0$ → cas D

Le raisonnement précédent illustre donc bien la généralité des divers cas observés.

Dans une prochaine étude, nous envisagerons plus particulièrement le cas d'une résistance négative créée par un tube à vide et nous montrerons comment on peut retrouver tous ces phénomènes en partant de la caractéristique usuelle des lampes à trois électrodes.

(*A suivre.*)

L. Brillouin,
E. Fromy.

SUR PLUSIEURS EXTENSIONS DE LA NOTION DE RÉSISTANCE

Par M. le lieutenant de vaisseau BLANCHARD
École des Marins Radiotélégraphistes

Les journaux et les livres consacrés à l'étude de la radiotechnique emploient de plus en plus ce terme de résistance négative, mais la plupart du temps sans expliquer clairement ce qu'ils entendent par là. Il en est résulté chez beaucoup de lecteurs une défiance instinctive à l'égard de cette notion dont l'emploi est cependant très commode et parfaitement légitime, à condition de la définir exactement.

Dès l'instant que la caractéristique d'un appareil (c'est-à-dire la courbe représentative de la tension aux bornes, en fonction de l'intensité du courant qui le traverse dans des conditions de fonctionnement bien définies) n'est pas une droite, la loi d'Ohm est inapplicable et on ne peut en toute logique parler de résistance. On pourrait dans chaque cas raisonner sur cette caractéristique, mais alors qu'une courbe est d'un emploi commode pour des calculs numériques, elle

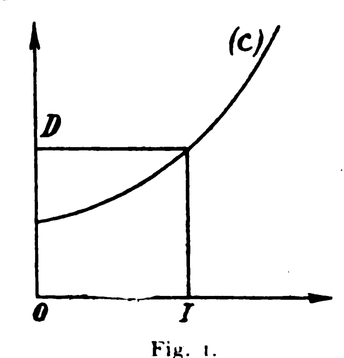


Fig. 1.

ne permet guère de traiter les problèmes généraux où ne figurent que des données littérales. On a donc essayé de généraliser ce qu'on sait des conducteurs métalliques et tenté de l'appliquer à ceux qui ne suivent pas la loi d'Ohm. Soit (c) (fig. 1), la caractéristique d'un tel conducteur. Sous une différence de potentiel D, il se laisse traverser par un courant I, on peut donc dire que sa résistance est une fonction de I définie par l'équation :

$$R = \frac{D}{I}$$

Cette définition est précise pourvu que le système considéré ne présente ni phénomène de trainage, ni phénomène d'hystérésis, c'est-à-dire que I ne dépende que de la valeur actuelle de D et non des dérivées de D par rapport au temps (trainage) ou des valeurs antérieures de D (hystérésis).

Cette définition est commode pour prévoir le courant qui passera sous l'action d'une différence de potentiel donnée ou, inversement, pour calculer la différence de potentiel aux bornes de l'appareil quand il y circule un courant donné. Mais outre que la valeur de R ainsi définie est souvent très rapidement variable en fonction de I, elle n'est pas commode pour l'étude des petites variations de I et de D autour d'une certaine valeur moyenne.

Supposons par exemple qu'on veuille étudier les petites variations de l'intensité et de la tension aux bornes de l'appareil, autour d'un état d'équilibre défini par le point M ($I_o D_o$) de la caractéristique (fig. 2).

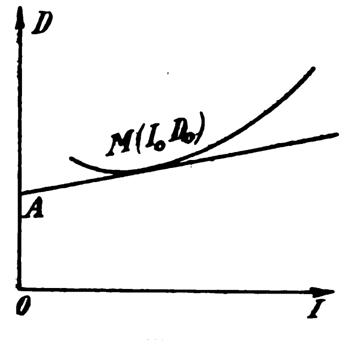


Fig. 2.

On se convaincra, sans peine, qu'à condition de ne considérer que de petites variations de D et de I, l'appareil est complètement équivalent à un conducteur dont la résistance ohmique serait égale au coefficient angulaire de la tangente en M à la caractéristique, soit :

$$\left(\frac{dD}{dI}\right)_{I=I_o}$$

et sur lequel serait intercalée une source à force électromotrice constante égale à l'ordonnée à l'origine OA changée de signe de cette tangente.

Or, le coefficient angulaire de la tangente AM à la caractéristique peut être négatif — c'est ce qui arrive par exemple dans l'arc électrique; une faible diminution de tension aux bornes de l'arc entraine une augmentation de l'intensité — aucun système composé seulement

de résistances ohmiques ne saurait présenter une telle particularité, mais si nous montons en série une résistance ohmique et l'appareil en question, l'ensemble se comportera comme un conducteur de résistance $R + \left(\frac{dD}{dI}\right)_{I=I_0}$ en série avec une force électromotrice mesurée par OA changé de signe. Ce coefficient $\left(\frac{dD}{dI}\right)_{I=I_0}$ a donc, au point de vue des variations de régime, les propriétés d'une véritable résistance, à cela près qu'il peut être négatif. Il n'est pas illogique dans ce cas de l'appeler « résistance négative ».

Il y a une autre généralisation autrement importante, de la notion de résistance puisque c'est d'elle que sont sorties les notions de réactance, de résistance de rayonnement, de résistance des condensateurs (due à l'hystérésis diélectrique), de résistance négative (dans une acception différente de celle que nous venons d'envisager), etc...

Nous admettons que la loi d'Ohm s'applique sans modifications aux circuits fermés parcourus par des courants périodiques, même aux fréquences utilisées en radiotélégraphie, pourvu que dans l'expression de la force électromotrice instantanée E_t on tienne bien compte *de toutes* les forces électromotrices qui agissent sur le circuit. On a alors :

$$I_t = \frac{E_t}{R} \qquad E_t = R I_t$$

Le courant instantané est le quotient de la force électromotrice instantanée par la résistance ohmique (qui est plus grande qu'en courant continu à cause de l'effet pelliculaire). Bornons-nous à l'étude des courants sinusoïdaux, le cas général des courants périodiques quelconques s'y ramène par le théorème de Fourrier.

Dans l'évaluation de E_t, il ne faut oublier aucune des forces électromotrices agissant sur le circuit, forces électromotrices de self induction, ou provenant de l'induction d'autres circuits, forces électromotrices des condensateurs chargés, etc...

Le caractère général de beaucoup de ces forces électromotrices est d'être proportionnelles au courant et décalées par rapport à lui d'un angle constant. On peut alors les considérer comme la somme de deux composantes, l'une en phase ou en opposition, l'autre en quadrature avec le courant et toutes deux proportionnelles à lui, en sorte que dans l'équation :

$$E_t = R I_t$$

Il semble intéressant de combiner ces forces électromotrices avec le terme RI_t et de ne laisser au premier membre que les forces élec-

tromotrices d'amplitudes indépendantes du courant, ou en tous cas non proportionnelles au courant.

Premier cas. — Forces électromotrices en quadrature. — Nous commençons par ce cas, qui est le plus compliqué, parce que c'est le plus connu : il est à la base de la notion de réactance. Les forces électromotrices ici considérées sont de la forme :

$$(KI)_{t \pm \frac{T}{4}}$$

ou T est la période. La loi d'Ohm devient :

$$E'_t = RI_t + (KI)_{t \pm \frac{T}{4}}$$

Cette équation s'interprète aisément dans la théorie vectorielle (fig. 3). On représente I_t par un vecteur tournant avec une vitesse

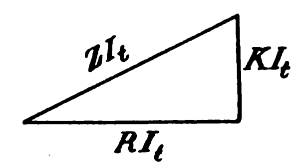


Fig. 3.

angulaire égale à la pulsation du courant et de longueur égale à l'amplitude du courant, $I_{t \pm \frac{T}{4}}$ est un vecteur de même longueur tournant à la même vitesse mais en avance ou en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur le premier; la résultante de RI_t et KI_t est un vecteur ZI_t et on a :

$$E'_t = ZI_t.$$

K s'appelle réactance et Z impédance, ces deux quantités ont été créées dans le seul but de pouvoir oublier les forces électromotrices de self induction et les forces électromotrices des condensateurs chargés dans les circuits à courant alternatif; mais cela a nécessité la modification de la loi d'Ohm et l'emploi à la place de la résistance ohmique d'un coefficient plus compliqué.

Deuxième cas. — Forces électromotrices en phase ou en opposition. — Elles sont de la forme $-KI_t$, où K peut être positif ou négatif, et la loi d'Ohm devient :

$$E'_t = RI_t + KI_t = (R + K)\,I_t$$

On a encore le droit de ne pas tenir compte des forces électromotrices de cette nature, à condition de majorer la résistance ohmique du coefficient K qui joue le rôle d'une résistance.

Ce cas peut se présenter dans le montage de la figure 4. L'inductance L du circuit oscillant L C est couplée avec l'inductance de grille l d'une triode à trois électrodes et fait varier le potentiel de cette grille d'une quantité $M\frac{dI}{dt}$ proportionnelle au courant I qui passe dans le circuit oscillant L C et en quadrature avec lui. Les variations du courant j de plaque sont proportionnelles aux variations du potentiel de grille et en phase avec ces dernières (pourvu que l'inductance intercalée dans le circuit de plaque soit petite et soit peu couplée avec L).

Ces variations de j produisent dans le circuit oscillant une force électromotrice en quadrature avec elles, donc en phase ou en opposition avec I.

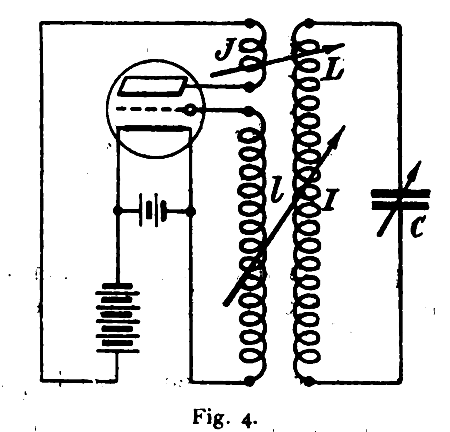


Fig. 4.

Suivant le sens des couplages le coefficient K dans l'expression $-K\,I'_t$ de cette force électromotrice sera négatif ou positif, et tout se passera comme si on avait augmenté ou diminué R de cette quantité $-$ K. On peut donc à volonté augmenter ou diminuer la résistance apparente du circuit L, C, et c'est ce qu'on appelle la réaction *wattée*. Dans le cas où on diminue la résistance apparente, on dit quelquefois que la lampe produit une résistance négative.

Si les conditions limites que nous venons de supposer ne sont pas exactement réalisées, en particulier si l'inductance de plaque est trop couplée, il s'introduit des termes en quadrature avec le courant dont l'effet est d'augmenter ou de diminuer l'inductance apparente du

circuit LC, il y a *réaction déwattée*. Ce phénomène explique que l'accord d'un circuit de réception puisse dépendre grandement du couplage de l'inductance de réaction.

En dehors de ces exemples simples, les principes que nous venons d'exposer permettent d'expliquer d'autres notions moins claires que celles de résistance négative ou de réactance ; celles par exemple de résistance de rayonnement et de résistance due à l'hystérésis (magnétique ou diélectrique).

M. Léon Brillouin a montré que la résistance de rayonnement d'un circuit a, elle aussi, son origine dans la composante, en opposition avec le courant, d'une force électromotrice proportionnelle à l'intensité du courant qui le parcourt. Cette force électromotrice qui serait exactement en quadrature avec le courant, si la propagation des phénomènes électromagnétiques était instantanée n'est autre que la force électromotrice de self induction. Mais à cause de la vitesse finie de propagation, « lorsqu'une variation de courant se produit au temps t dans un élément ds_1 du circuit, son effet ne se fait sentir sur un second élément ds_2 qu'au temps $t+\frac{r}{c}$ (r distance de ds_1 à ds_2, c vitesse de la lumière). Si l'on tient compte de la durée de propagation, toutes les forces électromotrices (tant électrostatiques qu'électromagnétiques) sont en réalité en retard par rapport à ce que suppose la théorie élémentaire.

« Si le courant est sinusoïdal, ceci se traduira ainsi : la force

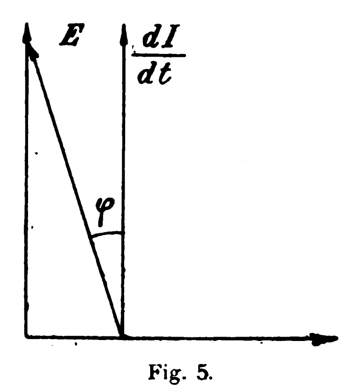


Fig. 5.

électromotrice E totale sur l'ensemble du circuit sera déphasée d'un petit angle φ, en retard par rapport à $\frac{dI}{dt}$ (fig. 5); le terme en phase $E \cos \varphi$ représente l'effet de l'inductance et de la capacité du circuit, et

le terme déphasé — E sin φ donne la force électromotrice de résistance de rayonnement; ce second terme présente bien l'aspect d'une force contre-électromotrice qui absorbe de l'énergie. »

L'article de M. Brillouin (1) dont nous avons extrait ce qui précède, donne la théorie complète du phénomène. On voit qu'elle explique à la fois la résistance de rayonnement et l'une des causes qui font que l'inductance est moindre en haute fréquence (l'autre cause étant la localisation du courant à la surface du conducteur).

De même, la force électromotrice de self induction d'une bobine est donnée par la formule :

$$E = \frac{d\Phi}{dt}$$

Si la bobine ne contient pas de noyau ferromagnétique, le flux d'induction Φ est proportionnel au champ inducteur qui, lui-même, est proportionnel à l'intensité du courant, et E est en quadrature avec I.

Si le noyau magnétique présente des phénomènes d'hystérésis, on peut admettre que le flux d'induction est en retard d'un angle constant sur le champ inducteur et qu'il lui est proportionnel, ce qui

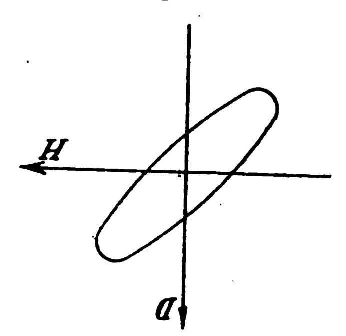


Fig. 6.

revient à assimiler le cycle d'hystérésis à une ellipse, alors Φ est proportionnel à I, mais déphasé d'un angle φ (2). La force électromotrice induite de self induction comprend alors une composante en quadrature E cos φ qui représente la force électromotrice self induction et une composante en opposition avec le courant — E sin φ *qui produit l'apparence d'une augmentation de la résistance.*

De même, la tension aux bornes d'un condensateur est une fonc-

(1) *Radioélectricité*, tome III, n° 4.

(2) Et E est proportionnel à I mais déphasé d'un angle $\frac{\pi}{2} + \varphi$.

tion de l'induction électrique D entre ses armatures. Si le diélectrique n'est pas gazeux, cette induction n'est pas exactement en phase avec le champ électrique H (c'est là un phénomène d'hystérésis analogue à l'hystérésis magnétique), il s'ensuit qu'elle n'est pas non plus exactement en quadrature avec le courant. On peut admettre la même simplification que pour l'hystérésis magnétique, c'est-à-dire admettre que le cycle d'hystérésis diélectrique est une ellipse. Dans le cas d'un courant sinusoïdal, la tension aux bornes du condensateur est proportionnelle à l'induction électrique, soit :

$$E = KD$$

D est proportionnel au champ électrique H mais en retard d'u angle φ, enfin H est proportionnel au courant I qui traverse le condensateur mais en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur lui; donc, en fin de compte E est proportionnel à I mais en retard de $\frac{\pi}{2} + \varphi$ sur lui, la composante en quadrature $E \cos \varphi$ représente l'effet de la réactance, la composante en opposition $-E \sin \varphi$ produit l'apparence d'une augmentation de résistance.

Résumé et conclusion. — Après avoir rapidement examiné comment on peut élargir la notion de résistance aux conducteurs à caractéristique non rectiligne, ce qui nous a conduit à une première notion de résistance négative, nous avons examiné le cas des courants sinusoïdaux. Nous avons alors montré que la conception de résistance apparente due à l'hystérésis magnétique ou diélectrique et de résistance négative, n'est pas plus illogique que celle de réactance avec laquelle elle a les plus profondes analogies. En fait, ces diverses quantités sont les coefficients de proportionnalité de forces contre-électromotrices proportionnelles au courant. Ce fait nous apparaîtrait encore plus clairement si, comme le font certains auteurs étrangers, on avait pris en France l'habitude de considérer une chute ohmique dans une résistance métallique, comme une force contre-électromotrice proportionnelle au courant et représentative de la transformation de l'énergie électrique en chaleur par l'effet Joule.

BLANCHARD.

L'AMPLIFICATEUR H. F. A RÉSISTANCES ET LES ONDES COURTES

Par M. P. LAFOND
Président du Radio-Club de Normandie

Depuis quelque temps on commence à s'apercevoir qu un amplificateur H. F. à résistances, bien construit, peut descendre et fonctionner d'une façon.très satisfaisante jusqu'aux ondes d'environ 200 mètres.

Plusieurs articles ont paru sur ce sujet dans diverses publications de télégraphie sans fil. Mais le public n'a pas l'air d'être partisan de réhabiliter le brave amplificateur H. F. à résistances (celui que nous avons tous construit au début), préférant de beaucoup les montages, en général français d'origine, qui nous arrivent d'Amérique affublés de noms cocasses. Aussi telle feuille de télégraphie sans fil qui, en deuxième page, laissait paraître, il y a quelques semaines, un article très élogieux sur les amplificateurs H. F. à résistances et les ondes courtes, les déconseillait vivement en troisième page, « aux questions

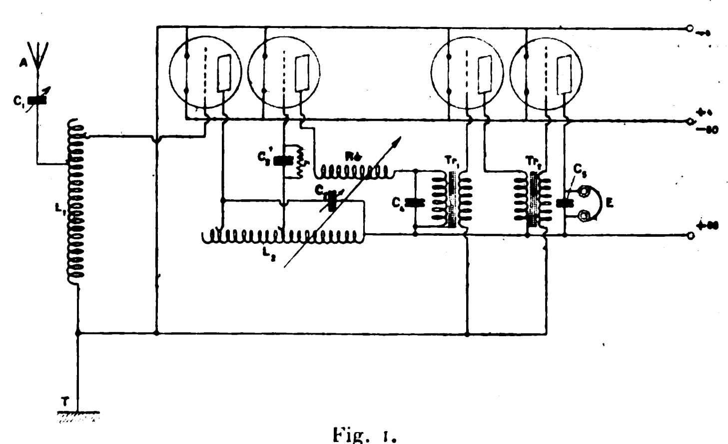


Fig. 1.

et réponses ». Quoi qu'il en soit, le résultat de l'écoute du discours de M. Paul Dupuy, transmis par les stations américaines W G Y et W J Z, en décembre 1923, nous montre les amplificateurs H. F. à résistances occupant une place d'honneur aussitôt après les amplificateurs à résonance.

Le premier article écrit sur l'amplificateur H. F. à résistances et les ondes courtes date de mai 1923, il est de M. Léon Brillouin, inventeur,

avec M. Beauvais, du principe de l'amplificateur H. F. ou B. F. utilisant des résistances et des capacités pour le couplage entre lampes, et du principe de la réaction électrostatique. Pour tous les renseignements techniques sur ces appareils, nous ne pouvons faire mieux que de renvoyer le lecteur aux numéros 1, 2 et 17 de *l'Onde Electrique* et à l'article de M. Beauvais dans la *T. S. F. Moderne.*

Voici dans quelles conditions nous sommes arrivés, dès décembre 1922 (bien avant tous les articles), à faire travailler sur ondes courtes un amplificateur H. F. à résistances à trois étages :

En 1922, nous nous servions d'un poste récepteur à une lampe de couplage, une détectrice à réaction et deux lampes B. F. (principe de la boite C de la T M). A cette époque, cet appareil (fig. 1) n'était pas à la mode, il l'est devenu du jour où il nous est revenu d'Angleterre sous le nom de « tuned anode », vers mars 1923. Comprenant deux bobines « Oudin » à deux curseurs, ce poste, d'un réglage assez délicat, nous donnait puissamment à Rouen : FL, Radiola, la Haye, les côtiers, etc., en haut-parleur.

Nous recherchions plus de pureté que de puissance, aussi avons-nous remplacé la détectrice et les B. F. par un amplificateur H. F. à

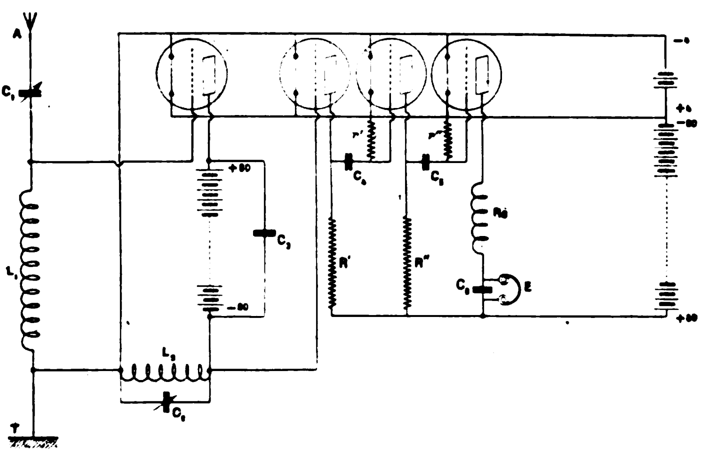


Fig. 2.

résistances à trois étages et à réaction électro-magnétique (fig. 2). A nombre égal de lampes, la réception était beaucoup moins forte mais très nette. Avec cet appareil il nous fut permis, un mardi de décembre 1922, de recevoir convenablement les essais de la station 2 M T, de la Société Marconi, à Whittle (Angleterre). Au mois de janvier, nous recevions couramment en haut-parleur : Londres, Manchester et Bir-

mingham, puis les Postes, Télégraphes, Téléphones et Newcastle, malgré de fantastiques bout-morts (nos inductances permettant la réception de Kœnigswurterhausen). Cependant, le réglage était très pénible à cause de la grande sensibilité de l'ensemble et du nombre de manettes (4 curseurs, 2 condensateurs et 1 réaction).

Le rendement a été très sensiblement amélioré par l'emploi de nids d'abeilles sans prises en remplacement des grandes inductances à deux curseurs (fig. 2 *bis*).

Un jour, nous avons grillé notre lampe de couplage; comme nous n'avions plus de lampes de rechange, nous prîmes le parti de recevoir

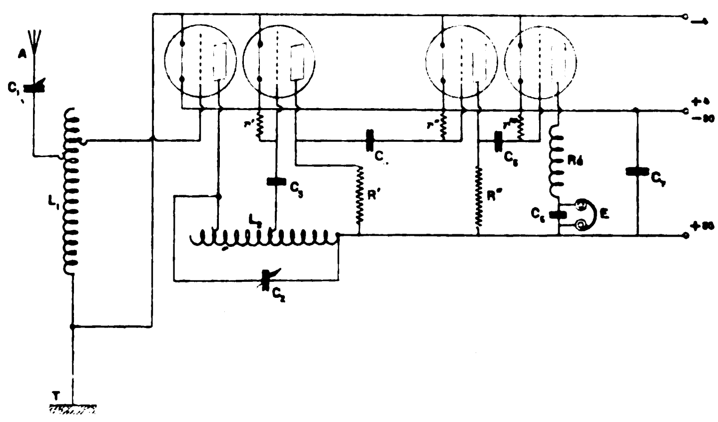


Fig. 2 *bis*.

directement sur l'amplificateur H. F. à résistances. La réception des ondes de 300 à 600 mètres resta excellente. Alors, une série d'expériences commença dont nous allons vous donner le résumé.

Tout d'abord ce fut la construction d'un banc d'essai sur lequel nous avons monté trois H. F. à résistances avec des résistances « Mullard » et des condensateurs de liaison variables à air (0,001 microfarad entre la première et deuxième lampe; 0,0005 microfarad entre la deuxième et troisième lampe). Le maximum de rendement sur les postes du « Broadcasting anglais » nous fut donné par l'amplificateur pour les valeurs de résistances et capacités suivantes :

1° Résistance de plaque	75.000 ohms
1° Condensateur de liaison.	0,0005 microfarad
1° Résistance de grille.	4 mégohms
2° Résistance de plaque	70.000 ohms
2° Condensateur de liaison.	0.00005 microfarad

2° Résistance de grille	3 mégohms
Tension aux bornes des filaments	3 V, 9
Tension de plaque	80 V.

(La première capacité de liaison étant de l'ordre du 1/2 millième de microfarad, on peut prétendre que seule la dernière lampe détecte.)

Les résultats furent vérifiés par un de nos bons amis M. J. Fromentin, ingénieur E. S. E., qui était alors un incrédule.

Des essais furent ensuite effectués avec la réaction électrostatique.

Pour obtenir un accrochage doux et un renforcement comparable à celui procuré par la réaction électromagnétique, nous avons été conduit à intercaler dans le circuit « compensateur deuxième plaque » une inductance en nid d'abeille de même valeur que celle du circuit oscillant. Cependant le réglage était plus délicat que celui de la réaction électromagnétique et exigeait beaucoup de doigté.

Vers le mois de mai 1923, nous avons entrepris la construction d'un amplificateur H. F. à résistances à trois étages (fig. 3) basé sur

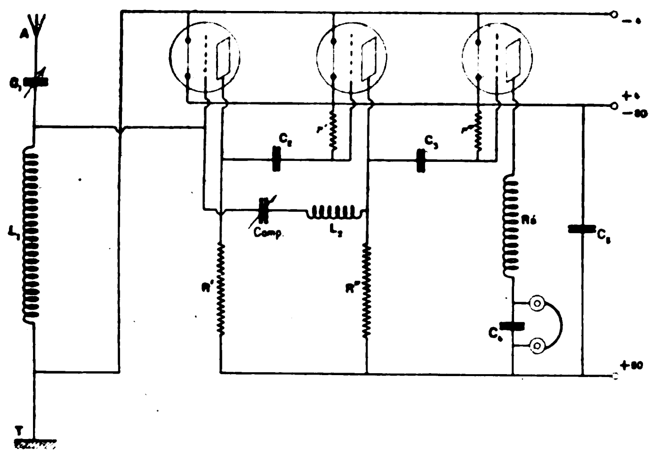


Fig. 3.

ces principes, employant à volonté la réaction électromagnétique ou électrostatique et permettant la réception des ondes courtes à partir de 180 mètres avec lampes ordinaires (R 5).

Nous sommes arrivés à ce résultat en employant des petites douilles de lampes, en espaçant les lampes de 10 centimètres et en supprimant quelques connexions inutiles. Les condensateurs de liaison variables à air furent remplacés par de petits condensateurs fixes

mingham, puis les Postes, Télégraphes, Téléphones et Newcastle, malgré de fantastiques bout-morts (nos inductances permettant la réception de Kœnigswurterhausen). Cependant, le réglage était très pénible à cause de la grande sensibilité de l'ensemble et du nombre de manettes (4 curseurs, 2 condensateurs et 1 réaction).

Le rendement a été très sensiblement amélioré par l'emploi de nids d'abeilles sans prises en remplacement des grandes inductances à deux curseurs (fig. 2 *bis*).

Un jour, nous avons grillé notre lampe de couplage; comme nous n'avions plus de lampes de rechange, nous prîmes le parti de recevoir

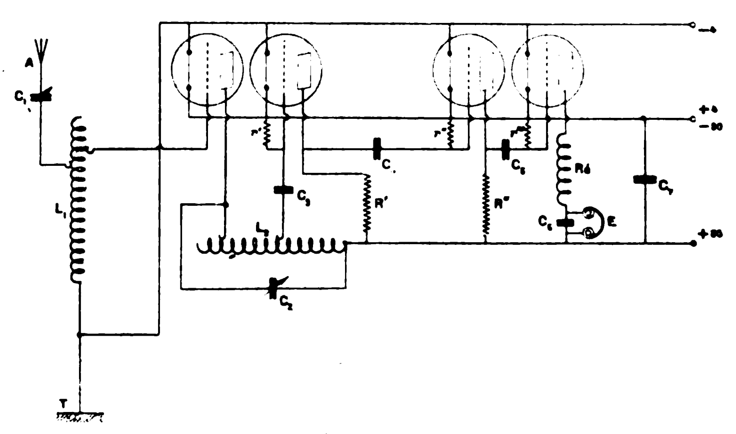


Fig. 2 *bis*.

directement sur l'amplificateur H. F. à résistances. La réception des ondes de 300 à 600 mètres resta excellente. Alors, une série d'expériences commença dont nous allons vous donner le résumé.

Tout d'abord ce fut la construction d'un banc d'essai sur lequel nous avons monté trois H. F. à résistances avec des résistances « Mullard » et des condensateurs de liaison variables à air (0,001 microfarad entre la première et deuxième lampe; 0,0005 microfarad entre la deuxième et troisième lampe). Le maximum de rendement sur les postes du « Broadcasting anglais » nous fut donné par l'amplificateur pour les valeurs de résistances et capacités suivantes :

1° Résistance de plaque	75.000 ohms
1° Condensateur de liaison.	0,0005 microfarad
1° Résistance de grille.	4 mégohms
2° Résistance de plaque	70.000 ohms
2° Condensateur de liaison.	0.00005 microfarad

2° Résistance de grille	3 mégohms
Tension aux bornes des filaments	3 V, 9
Tension de plaque	80 V.

(La première capacité de liaison étant de l'ordre du 1/2 millième de microfarad, on peut prétendre que seule la dernière lampe détecte.)

Les résultats furent vérifiés par un de nos bons amis M. J. Fromentin, ingénieur E. S. E., qui était alors un incrédule.

Des essais furent ensuite effectués avec la réaction électrostatique.

Pour obtenir un accrochage doux et un renforcement comparable à celui procuré par la réaction électromagnétique, nous avons été conduit à intercaler dans le circuit « compensateur deuxième plaque » une inductance en nid d'abeille de même valeur que celle du circuit oscillant. Cependant le réglage était plus délicat que celui de la réaction électromagnétique et exigeait beaucoup de doigté.

Vers le mois de mai 1923, nous avons entrepris la construction d'un amplificateur H.F. à résistances à trois étages (fig. 3) basé sur

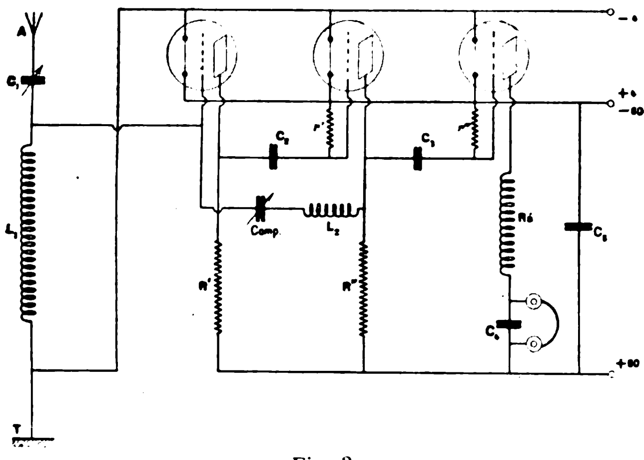


Fig. 3.

ces principes, employant à volonté la réaction électromagnétique ou électrostatique et permettant la réception des ondes courtes à partir de 180 mètres avec lampes ordinaires (R 5).

Nous sommes arrivés à ce résultat en employant des petites douilles de lampes, en espaçant les lampes de 10 centimètres et en supprimant quelques connexions inutiles. Les condensateurs de liaison variables à air furent remplacés par de petits condensateurs fixes

au mica, les connexions furent faites en fil de cuivre nu de 12/10 mm, non recuit, ce qui permet aux résistances et capacités de ne pas reposer sur le fond de la boite.

Cet appareil qui nous sert de poste réception combiné avec notre émetteur nous donne entière satisfaction à partir de 180 mètres, et, ce qui est particulièrement intéressant à signaler, car M. Brillouin l'annonçait en 1921 pour les ondes supérieures à 1 000 mètres, *amplifie d'autant mieux les émissions que celles-ci sont faibles ou éloignées.*

Ainsi 8 A X sur 200 mètres (Alger) est reçu en haut-parleur avec 3 H. F. à résistances + 1 B F, ainsi que la téléphonie du Radio-Club du Luxembourg (205) — Glasgow et Aberdeen sont reçus aussi fort que Londres — les stations américaines sont facilement prises vers 2 heures du matin.

En dehors de cela, les avantages de ce poste, qui a comme seul défaut celui de ne pas tirer le parti maximum de trois lampes, sont nombreux.

Le réglage en est simple : un condensateur variable en série dans l'antenne et une réaction. L'approche du corps n'influe pas, l'emploi des longs manches devient inutile, enfin la réception est très pure et la parole pas déformée.

Sur antenne à quatre fils de 30 mètres espacés de 1 m 50 à 12 mètres de hauteur : toutes les stations de broadcasting anglaises sont reçues en fort haut-parleur avec 3 H. F. + 1 B. F. et à plus de 100 mètres du haut-parleur avec 3 H. F. + 2 B. F. Nombreux sont les amateurs rouennais qui sont venus contrôler nos dires.

Nous espérons que les amateurs très nombreux qui disposent d'un classique 2 H. F. à résistances + 2 B. F. ne se désespéreront pas de n'entendre que F L et Radiola, mais suivront nos conseils pour arriver à goûter les joies de l'écoute des petites ondes.

Pierre Lafond (f 8 C N).



LA STATION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE DE MOSCOU-HODINSK

Les stations radiotélégraphiques existant actuellement à Moscou sont au nombre de trois : le poste à arc de Chabolovsk, la Station Radiotéléphonique avec émetteur à lampes, et le poste de Hodinsk.

Le poste d'émission de Hodinsk fut construit d'après les projets et sous la direction technique du Prof. V.-P. Vologdine. Conçu d'abord pour remplacer le poste à arc de Hodinsk, déjà ancien, et réaliser la

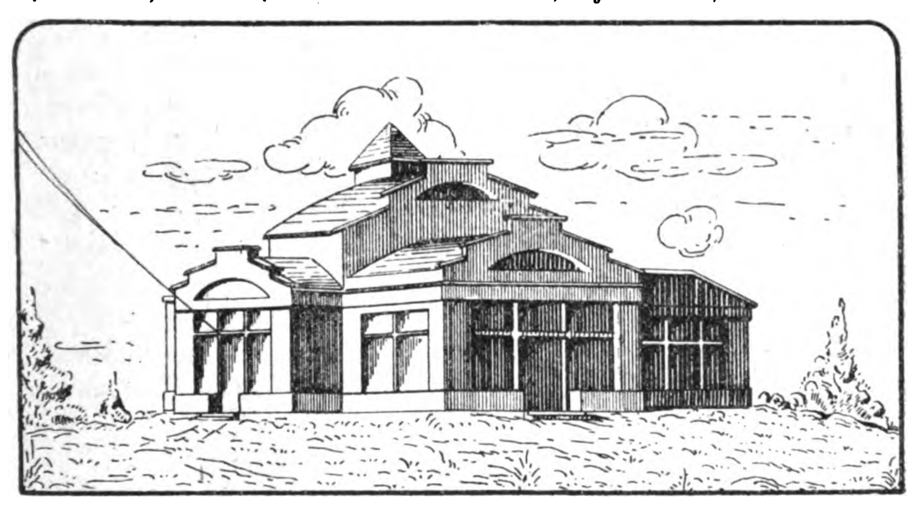


Fig. 1. — Station radioélectrique de Hodinsk.

liaison du Centre avec tout le territoire de l'R. S. F. S. R. et l'Europe, il doit aujourd'hui, par suite de la suspension des travaux à Bogorodsk, se transformer en une station transcontinentale (fig. 1 et 2).

Les études ont été faites dans le but de simplifier et de rendre économiques l'exploitation et l'entretien de la station, afin de ne pas surcharger l'État de frais démesurés. Dans son aspect définitif la nouvelle station radiotélégraphique comprendra deux alternateurs à haute fréquence du Prof. Vologdine, 150 kw 15 000 périodes. Des multiplicateurs de fréquence y seront adjoints ; ainsi on pourra travailler par groupe soit à fréquence normale, soit à fréquence multiple ; en plaçant les groupes en parallèle, la liaison avec l'Amérique pourra être réalisée.

La station ne possède pas de source d'énergie particulière; il a été reconnu qu'il serait plus rationnel de l'alimenter par le réseau de

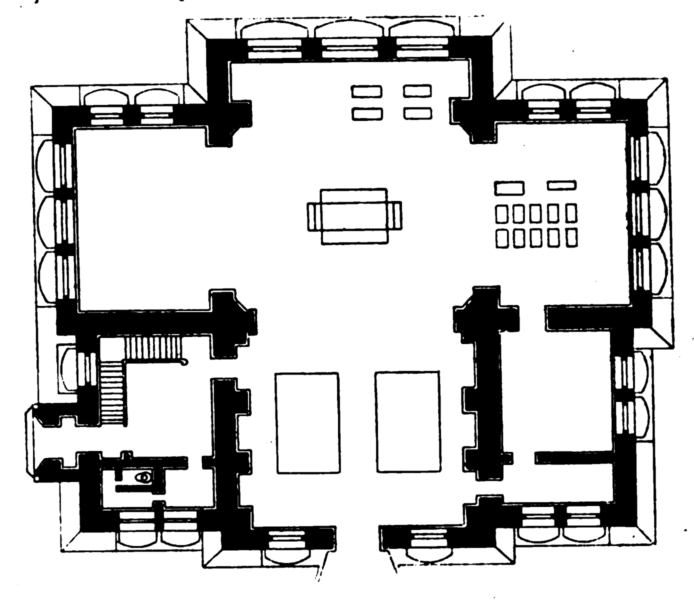


Fig. 2. — Plan des bâtiments.

l'Union des Stations électriques de l'État; l'énergie ainsi utilisée, d'un prix de revient inférieur à celui résultant d'une installation

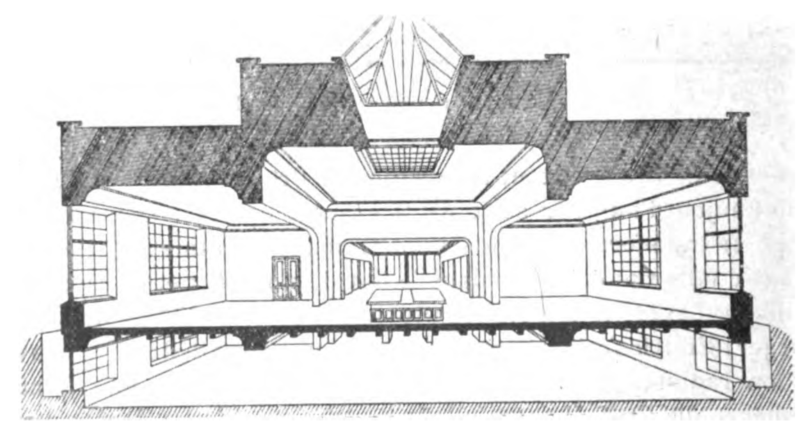


Fig. 3. — Coupe des bâtiments.

locale, possède plus de garanties au point de vue sécurité d'exploitation. La tension et la fréquence possèdent ainsi la constance indispen-

sable au bon fonctionnement des appareils de la station. Le transport de l'énergie à la station a lieu par courant triphasé 50 périodes, sous 6600 volts; une ligne aérienne spéciale montée sur poteaux de bois a été construite à cet effet : elle part du branchement le plus proche de la ligne principale et a 2 km de longueur. A l'arrivée à la station, le courant est dirigé par câble sous plomb vers un transformateur de 500 kw, abaissant la tension à 220 volts. Des dispositifs de protection sont placés sur la haute et sur la basse tension. Cette transformation a lieu dans le sous-sol des bâtiments, tous les conducteurs haute ou basse tension sont fixés sous plomb aux murs et au plafond de ce sous-sol afin de ne pas alourdir l'aspect de la salle des machines (fig. 3).

Description de la Salle des Machines. — Moteurs.

I. *Entraînement des alternateurs.* — L'alternateur à haute fréquence sera entraîné à une vitesse de 3000 tours par minute, le diamètre du rotor étant de 1 mètre, ce qui correspond à une vitesse péri-

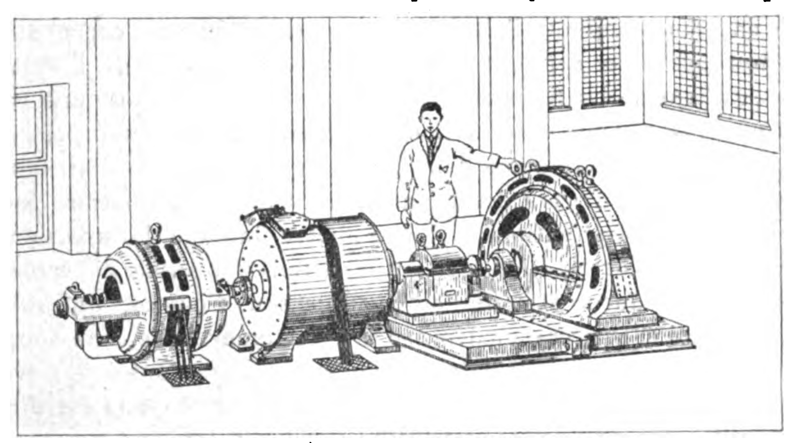


Fig. 4. — Alternateur H. F. et son entraînement.

phérique de 160 mètres par seconde. Pour simplifier la construction, le rotor a été divisé en trois pièces d'un poids total de 1700 kg ; pour le stator un fer spécial a été préparé dans les usines de Dobriansk et de Tcherncosk dans l'Oural, sur les indications du Prof. Vologdine.

La carcasse de la machine, d'un poids total de 8 tonnes, fut coulée aux usines de Sormovo.

Le bobinage et le montage ont été exécutés au Laboratoire radioélectrique de Nijny-Novgorod.

Le moteur d'entraînement, construit au Elucachtrest de Pétro-

grad, est un moteur triphasé 50 périodes, 185 kw. Provisoirement la station a été munie d'un alternateur de 50 kw, 20 000 périodes (fig. 4), terminé au printemps 1922; la vitesse d'entraînement doit être de 4 200 tours par minute d'où une vitesse périphérique de 200 mètres par seconde; le stator est également constitué avec du fer de l'Oural. La coulée de la carcasse fut exécutée par les anciennes usines Fulzer à Nijny-Novgorod; le montage et le bobinage furent exécutés au laboratoire. Cet alternateur est entraîné par un moteur tournant à 1 000 tours par minute, en passant par l'intermédiaire d'une transmission par engrenages contenue dans un carter en fonte rempli d'huile. Le système de graissage est de la plus grande importance eu égard aux vitesses réclamées par les alternateurs à haute fréquence; l'huile des coussinets de la machine et du réducteur est introduite sous pression à l'aide d'une pompe commandée par un petit moteur électrique. Une pompe de secours peut être entraînée par l'arbre moteur de la machine principale et fournit le minimum de graissage nécessaire, en cas d'arrêt de la première pompe. La pompe à moteur électrique démarre et s'arrête en même temps que l'alternateur à haute fréquence; cependant un bouton spécial permet de la mettre en marche séparément. L'huile est puisée à travers un filtre dans un réservoir spécial, dont une partie est au-dessus, l'autre au-dessous du plancher de l'étage principal: l'huile aspirée est refoulée dans un petit réservoir de distribution, d'où elle part à travers des tuyauteries vers sa destination. Sur le réservoir de distribution, un manomètre indique la pression de l'huile; un contact spécial, mettant en action une sirène d'alarme, est déclanché dès que la pression tombe au-dessous d'une certaine valeur; au contraire si la pression dépasse une certaine limite, une soupape de sûreté est actionnée et découvre l'orifice d'un raccord direct avec le réservoir principal : après son utilisation, l'huile chaude est dirigée vers le réservoir principal et refroidie par l'eau circulant dans un serpentin placé à l'intérieur du réservoir. Ainsi la consommation d'huile est réduite à son minimum. Pour le contrôle du graissage, un second manomètre est installé sur le carter d'engrenages du réducteur et les coussinets sont munis d'indicateurs de pression d'huile. Pour la surveillance de la circulation d'eau destinée au refroidissement de l'huile, un trop-plein à entonnoir installé sur la conduite de retour et au niveau de l'étage principal permet de mesurer la température de l'eau utilisée. Dans le stator, un refroidissement à eau circulant dans de petits tubes de cuivre a été utilisé, ces tubes traversent le fer du stator; une installation analogue à la précédente permet de contrôler l'eau de refroidissement.

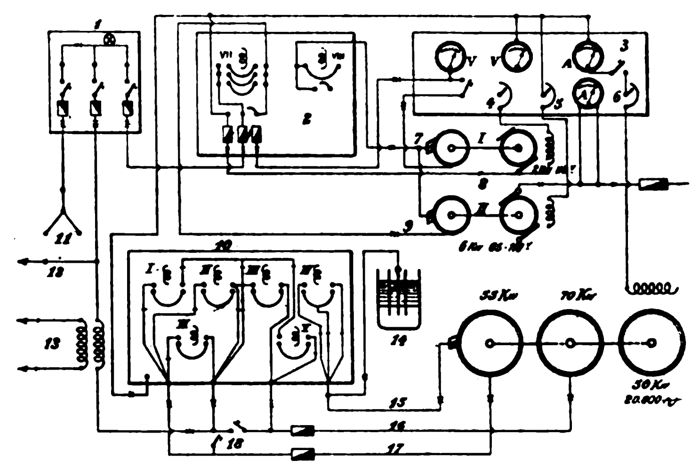


Fig. 5 (*a*). — Schéma de la basse fréquence.
Lignes principales (indiquées en circuits unifilaires).

LÉGENDE

1 Tableau principal
2 Relais des groupes auxiliaires.
3 Pupitre.
4 Rhéostat de champ.
5 Régulateur du courant polarisé.
6 Régulateur magnétique.
7 Rotor.
8 Groupes auxiliaires.
9 Stator.
10 Relais principaux.
11 Transformateur 500 KWA 6000/220.
12 Vers le voltmètre du pupitre.
13 Vers l'ampèremètre du pupitre.
14 Rhéostat liquide.
15 Rotor I.
16 Stator II.
17 Rotor II.
18 Interrupteur de mise en marche de réserve.

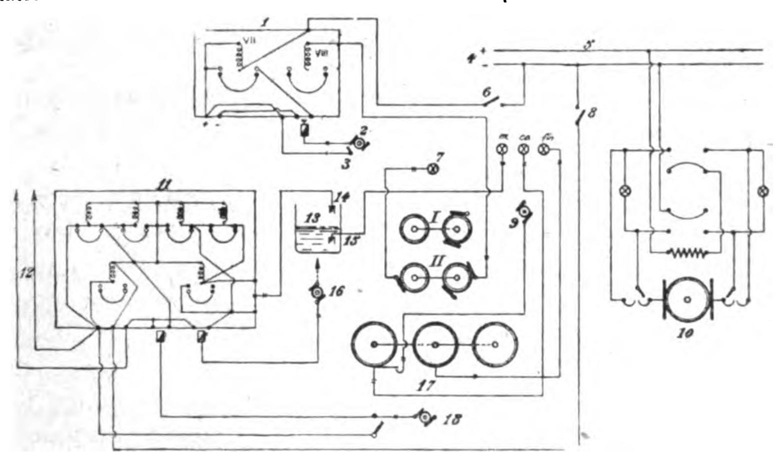


Fig. 5 (*b*). — Schéma du dispositif de mise en marche des groupes.
Lignes auxiliaires.

LÉGENDE

1 Relais des groupes auxiliaires.
2 Pompe à huile.
3 Mise en marche de réserve.
4 Pupitre.
5 Ligne.
6 Interrupteur du groupe auxiliaire.
7 Marche.
8 Interrupteur du groupe principal.
9 Sirène.
10 Commande du variomètre.
11 Relais principaux.
12 Ligne.
13 Rhéostat liquide.
14 Haut contact.
15 Bas contact.
16 Pompe.
17 Groupe principal.
18 Pompe à huile du groupe.

N'ayant pas encore un moteur électrique qui lui soit approprié, l'alternateur travaille temporairement à l'aide de deux moteurs réunis entre eux et avec le réducteur par accouplements élastiques: ces moteurs sont alimentés avec du courant triphasé sous 220 volts 50 périodes; l'un de 55 kw est à rotor bobiné et à bagues, l'autre de 70 kw est à rotor court-circuité.

A côté du groupe principal et de la pompe, deux groupes de moteurs triphasés 220 volts, 50 périodes, entraînent des génératrices à courant continu. Le premier groupe, de 2 kw sous 115 volts est destiné à l'excitation de l'alternateur à haute fréquence, à l'alimentation des enroulements, des relais, des moteurs pompes, du variomètre et des autres services auxiliaires. Le second groupe de 6 kw sous 110 volts sert à la production du courant continu nécessaire aux multiplicateurs de fréquence.

II. *Mise en marche des groupes; appareillage.* — La mise en marche et la régulation des groupes est centralisée sur un pupitre, installé au milieu de la salle des machines, afin qu'un seul employé de garde puisse commander tous les mécanismes de la station. Le premier groupe auxiliaire possède un moteur à rotor court-circuité, il se met en marche par simple fermeture d'un interrupteur (fig. 5), le courant continu de ce groupe met alors en service tous les appareils auxiliaires.

La mise en marche du groupe principal s'effectue au moyen d'un système de relais et d'un rhéostat liquide, placés dans la cave à côté des fondations des machines.

Le moteur court-circuité ne fournissant qu'un faible couple de démarrage, alors que le couple absorbé par la mise en marche de l'alternateur est très important, le moteur à bagues est seul utilisé au début, le moteur court-circuité n'étant mis en service que lorsque le nombre de tours est voisin de la vitesse normale. Sur le pupitre, un bouton déterminé ferme le circuit de la bobine des relais 1, 2 et 3 reliant le circuit du stator du moteur avec les bagues; une lampe témoin s'allume alors sur le pupitre, indiquant le couplage du moteur au réseau. En même temps les contacts auxiliaires du relais 1 ont fait démarrer la pompe à huile.

Le rhéostat liquide se compose de deux bacs placés l'un au-dessus de l'autre; trois électrodes principales plongent dans le bac supérieur et deux électrodes auxiliaires dans le bac inférieur où se trouve une réserve de dissolution de soude. Une petite pompe centrifuge mue par un moteur électrique, monte la dissolution de soude du bac inférieur au bac supérieur; cette pompe est mise en marche en même temps que

la pompe à huile, au moyen du contact auxiliaire du relais 2. A mesure qu'on monte la dissolution dans le bac supérieur du rhéostat, la surface des électrodes augmente, la résistance dans le circuit du rotor du moteur principal diminue, ainsi la vitesse du groupe augmente progressivement.

La forme et la surface des électrodes ainsi que la vitesse d'aspiration de la pompe sont calculées de manière que, pendant toute la durée du démarrage, le moteur développe un couple sensiblement constant et, par suite, absorbe une intensité voisine de l'intensité normale. Quand le niveau du liquide atteint les contacts auxiliaires, le circuit des relais 4, 5, 6 se ferme par ces contacts : le relais 6 court-circuite les bagues du moteur, les relais 4 et 5 couplent au réseau le second moteur, les contacts auxiliaires du relais 4 arrêtent la pompe du rhéostat et le liquide s'écoule dans le bac inférieur; les contacts du relais 5, couplés en parallèle avec les électrodes auxiliaires du rhéostat liquide, ne permettent pas à ces trois relais de se déclancher au fur et à mesure que le liquide s'écoule. Le démarrage du groupe principal demande environ deux minutes et demie; une deuxième lampe témoin s'allumant sur le pupitre prévient l'employé de la fin du démarrage. On a installé une paire de contacts auxiliaires dans le bac supérieur; si la quantité de liquide est insuffisante, les contacts se déclanchent, ce qui rend impossible un nouveau démarrage prématuré. Pour l'arrêt du groupe, il suffit d'appuyer sur un bouton déterminé qui coupe les circuits des bobines de tous les relais; les lampes témoins du pupitre s'éteignent.

La mise en marche du deuxième groupe auxiliaire s'effectue aussi à l'aide d'un relais. Par suite de la faible puissance et des conditions favorables du démarrage, on possède un seul relais 7, qui se déclanche également du pupitre, couple le stator du moteur au réseau afin que le rotor s'alimente à travers le rhéostat et le relais 8, ce dernier court-circuite le rotor lorsque la vitesse normale est atteinte; l'arrêt s'effectue en appuyant sur un bouton déterminé sur pupitre. Le contact auxiliaire du relais 7 a démarré la pompe pour la circulation d'huile dans le multiplicateur de fréquence.

Dans le cas où le relais ne fonctionnerait pas, on a prévu pour les machines de la station un démarrage de sécurité; on installe à côté des relais des groupes principaux, des interrupteurs déterminés qui resteront toujours ouverts pendant le fonctionnement normal des appareils. On possède aussi une pompe à main pour monter la dissolution de soude. Des redresseurs à vapeur de mercure, construits au Laboratoire radioélectrique, sont proposés comme secours pour remplacer les groupes auxiliaires.

N'ayant pas encore un moteur électrique qui lui soit approprié, l'alternateur travaille temporairement à l'aide de deux moteurs réunis entre eux et avec le réducteur par accouplements élastiques; ces moteurs sont alimentés avec du courant triphasé sous 220 volts 50 périodes; l'un de 55 kw est à rotor bobine et à bagues, l'autre de 70 kw est à rotor court-circuité.

A côté du groupe principal et de la pompe, deux groupes de moteurs triphasés 220 volts, 50 périodes, entraînent des génératrices à courant continu. Le premier groupe, de 2 kw sous 115 volts est destiné à l'excitation de l'alternateur à haute fréquence, à l'alimentation des enroulements, des relais, des moteurs pompes, du variomètre et des autres services auxiliaires. Le second groupe de 6 kw sous 110 volts sert à la production du courant continu nécessaire aux multiplicateurs de fréquence.

II. *Mise en marche des groupes; appareillage.* — La mise en marche et la régulation des groupes est centralisée sur un pupitre, installé au milieu de la salle des machines, afin qu'un seul employé de garde puisse commander tous les mécanismes de la station. Le premier groupe auxiliaire possède un moteur à rotor court-circuité, il se met en marche par simple fermeture d'un interrupteur (fig. 5), le courant continu de ce groupe met alors en service tous les appareils auxiliaires.

La mise en marche du groupe principal s'effectue au moyen d'un système de relais et d'un rhéostat liquide, placés dans la cave à côté des fondations des machines.

Le moteur court-circuité ne fournissant qu'un faible couple de démarrage, alors que le couple absorbé par la mise en marche de l'alternateur est très important, le moteur à bagues est seul utilisé au début, le moteur court-circuité n'étant mis en service que lorsque le nombre de tours est voisin de la vitesse normale. Sur le pupitre, un bouton déterminé ferme le circuit de la bobine des relais 1, 2 et 3 reliant le circuit du stator du moteur avec les bagues; une lampe témoin s'allume alors sur le pupitre, indiquant le couplage du moteur au réseau. En même temps les contacts auxiliaires du relais 1 ont fait démarrer la pompe à huile.

Le rhéostat liquide se compose de deux bacs placés l'un au-dessus de l'autre; trois électrodes principales plongent dans le bac supérieur et deux électrodes auxiliaires dans le bac inférieur où se trouve une réserve de dissolution de soude. Une petite pompe centrifuge mue par un moteur électrique, monte la dissolution de soude du bac inférieur au bac supérieur; cette pompe est mise en marche en même temps que

la pompe à huile, au moyen du contact auxiliaire du relais 2. A mesure qu'on monte la dissolution dans le bac supérieur du rhéostat, la surface des électrodes augmente, la résistance dans le circuit du rotor du moteur principal diminue, ainsi la vitesse du groupe augmente progressivement.

La forme et la surface des électrodes ainsi que la vitesse d'aspiration de la pompe sont calculées de manière que, pendant toute la durée du démarrage, le moteur développe un couple sensiblement constant et, par suite, absorbe une intensité voisine de l'intensité normale. Quand le niveau du liquide atteint les contacts auxiliaires, le circuit des relais 4, 5, 6 se ferme par ces contacts : le relais 6 court-circuite les bagues du moteur, les relais 4 et 5 couplent au réseau le second moteur, les contacts auxiliaires du relais 4 arrêtent la pompe du rhéostat et le liquide s'écoule dans le bac inférieur ; les contacts du relais 5, couplés en parallèle avec les électrodes auxiliaires du rhéostat liquide, ne permettent pas à ces trois relais de se déclancher au fur et à mesure que le liquide s'écoule. Le démarrage du groupe principal demande environ deux minutes et demie ; une deuxième lampe témoin s'allumant sur le pupitre prévient l'employé de la fin du démarrage. On a installé une paire de contacts auxiliaires dans le bac supérieur ; si la quantité de liquide est insuffisante, les contacts se déclanchent, ce qui rend impossible un nouveau démarrage prématuré. Pour l'arrêt du groupe, il suffit d'appuyer sur un bouton déterminé qui coupe les circuits des bobines de tous les relais ; les lampes témoins du pupitre s'éteignent.

La mise en marche du deuxième groupe auxiliaire s'effectue aussi à l'aide d'un relais. Par suite de la faible puissance et des conditions favorables du démarrage, on possède un seul relais 7, qui se déclanche également du pupitre, couple le stator du moteur au réseau afin que le rotor s'alimente à travers le rhéostat et le relais 8, ce dernier court-circuite le rotor lorsque la vitesse normale est atteinte ; l'arrêt s'effectue en appuyant sur un bouton déterminé sur pupitre. Le contact auxiliaire du relais 7 a démarré la pompe pour la circulation d'huile dans le multiplicateur de fréquence.

Dans le cas où le relais ne fonctionnerait pas, on a prévu pour les machines de la station un démarrage de sécurité ; on installe à côté des relais des groupes principaux, des interrupteurs déterminés qui resteront toujours ouverts pendant le fonctionnement normal des appareils. On possède aussi une pompe à main pour monter la dissolution de soude. Des redresseurs à vapeur de mercure, construits au Laboratoire radioélectrique, sont proposés comme secours pour remplacer les groupes auxiliaires.

La dynamo du premier groupe auxiliaire est à excitation shunt: son rhéostat de champ est installé sur le pupitre; la dynamo du second groupe est à excitation indépendante, le courant d'excitation provenant du premier groupe. Un régulateur magnétique est installé sur le pupitre pour l'alternateur haute fréquence, dont le courant d'excitation est fourni par le premier groupe auxiliaire.

Alimentation Haute Fréquence.

I. *Alternateur et transformateur.* — Le schéma de l'installation à haute fréquence (fig. 6) prévoit la possibilité de travailler, soit sur

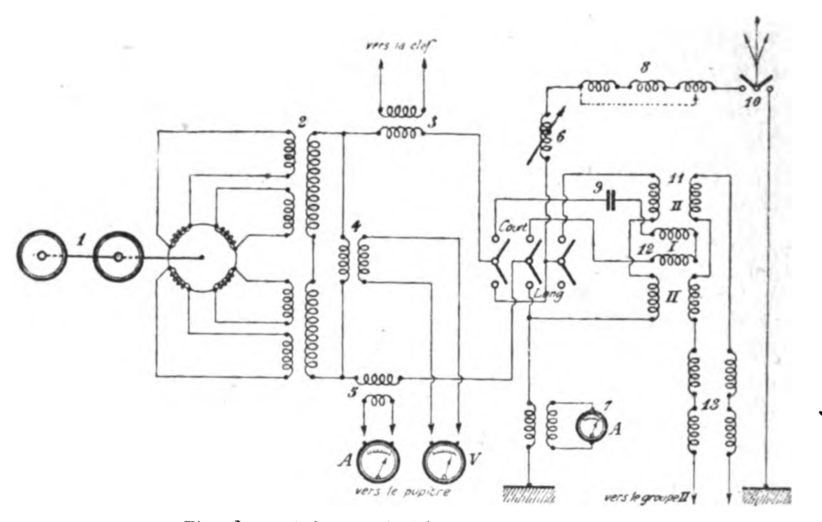


Fig. 6. — Schéma de l'installation H. F.

LÉGENDE

1 Groupe 50 Kw. 20.000 v.
2 Transformateur de tension.
3 Bobine.
4 Transformateur de mesure.
5 — —
6 Variomètre.
7 Ampèremètre d'antenne.
8 Self de prolongement.
9 Condensateur.
10 Interrupteur de terre.
11 Enroulement magnétisant.
12 Multiplicateur de fréquence.
13 Bobine de self.

la fréquence normale, soit sur une fréquence multiple: dans ce but on se servira d'un commutateur mettant en circuit le multiplicateur de fréquence.

Entre l'alternateur et le multiplicateur on passe par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur de tension, car il est difficile d'obtenir avec l'alternateur haute fréquence une tension élevée, car on dispose de très peu de place pour l'isolant.

D'un autre côté, lorsqu'un alternateur à haute fréquence a un

pôle directement relié à la terre et un branché directement sur l'antenne, un claquage accidentel de l'isolant ou une simple mise à la terre d'un point d'enroulement du stator met la machine hors service. Par l'application du système du transformateur intermédiaire, cet inconvénient est presque évité.

Le stator de la machine de 50 kw est divisé en quatre sections donnant chacune à vide 250 volts; l'enroulement primaire du transformateur de tension est divisé en huit sections. Chaque section du stator travaille indépendamment des autres sur deux sections du transformateur; l'enroulement secondaire du transformateur se compose de deux sections et il est calculé pour fournir 750 v à vide. Du transformateur installé à l'étage principal, le courant est envoyé vers l'aile droite du bâtiment latéral où se trouve tout l'appareillage du réseau. Pendant le travail à fréquence normale, une borne de l'enroulement secondaire va à la terre en traversant un ampèremètre; l'autre borne branchée directement sur l'antenne passe par l'enroulement primaire du disjoncteur, le variomètre et l'inductance d'antenne. L'ampèremètre et le voltmètre à haute fréquence sont aussi installés sur le pupitre et fonctionnent par l'intermédiaire d'un transformateur d'intensité. Ces deux appareils sont fixés au mur du bâtiment.

II. *Dispositif pour la marche sur fréquence normale.* — L'inductance d'antenne se compose de trois éléments distincts et se couple

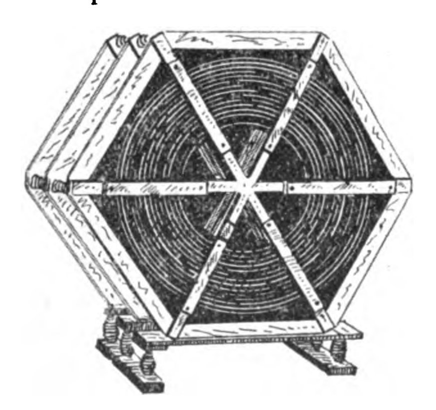


Fig. 7. — Inductance d'antenne.

lorsqu'on travaille sur la fréquence normale (grande longueur d'onde). Chaque élément (fig. 7) se compose de spirales plates montées sur de solides cadres hexagonaux en bois; ces cadres sont montés à leur tour sur des isolateurs séparés entre eux par des isolateurs auxiliaires.

Le variomètre est destiné à accorder exactement l'antenne sur la

longueur d'onde correspondant à la fréquence de l'alternateur; il est constitué par une spirale en cuivre plat d'un poids de 18 kilos monté sur un cadre hexagonal analogue à ceux de l'inductance d'antenne.

Le courant pénètre dans le variomètre par un contact mobile; son déplacement est assuré par l'intermédiaire d'une vis sans fin actionnée par un petit moteur électrique de 0,1 C.V. Afin d'éviter tout grippage, un mouvement d'avance suivant le rayon de la spirale est également communiqué à la prise variable. Un limiteur de parcours placé sur l'axe de la vis déclanche des contacts à ressort lorsque la prise arrive à l'extrémité de la spirale, ces contacts sont en série avec le moteur spécial et celui-ci s'arrête alors automatiquement, en même temps une lampe s'allume sur le pupitre.

Le réglage du variomètre est commandé par un commutateur à trois positions marquées « arrêt », « en avant », « en arrière ».

Après avoir traversé le variomètre et l'inductance d'antenne, on arrive à l'entrée de poste, dont les dimensions sont définies par la puissance de ce dernier. La porcelaine d'entrée pèse 16 kilos.

III. *Marche sur fréquence multiple.* — Nous nous sommes occupés jusqu'ici du fonctionnement sur fréquence normale; si par la manœuvre du commutateur de fréquence, on passe dans la position correspondant au travail sur fréquence multiple de la fréquence normale, la longueur d'onde d'émission va diminuer, et dans ce cas le schéma de la haute fréquence se compose de deux circuits :

Le circuit primaire formé par l'enroulement secondaire du transformateur, l'enroulement primaire du multiplicateur de fréquence et la batterie de condensateurs, rendant le circuit oscillant.

Le circuit secondaire comprenant l'enroulement secondaire du multiplicateur, les appareils de mesure, la prise de terre, l'inductance d'antenne (un seul élément est employé). On n'a pas prévu l'emploi d'un variomètre, le choix des appareils ayant été fait au début de telle façon que le circuit secondaire soit en résonance avec le circuit primaire; le désaccord pourrait provenir de variations de vitesse, variations qui seront compensées en faisant varier l'alimentation et l'inductance du multiplicateur de fréquence et en réglant le courant continu magnétisant.

IV. *Multiplicateur de fréquence.* — Le multiplicateur de fréquence (fig. 8) construit au laboratoire de Nijny-Novgorod d'après les projets et le système du professeur Vologdine, comprend deux transformateurs à noyau de fer portant chacun trois enroulements : un enroulement primaire, un enroulement secondaire, un enroulement magnétisant, ce dernier alimenté par courant continu. Les noyaux sont en

minces tôles provenant des usines de l'Oural (épaisseur de 0,3 mm); les pertes dans le fer étant très importantes, le noyau ne présente pas une masse compacte, mais est composé de plusieurs paquets de tôles d'environ 3 mm d'épaisseur et séparés entre eux par des canaux à circulation d'huile. Les enroulements sont bobinés sur chaque noyau concentriquement et sont isolés entre eux, et d'avec le noyau. La pompe à circulation d'huile, semblable à celle du groupe principal, démarre en même temps que le groupe auxiliaire qui fournit le courant magnétisant. Pour contrôler la circulation d'huile, les mêmes appareils que pour le groupe générateur sont employés.

La figure 6 montre la façon dont les enroulements sont couplés au réseau; le nombre de spires de l'enroulement magnétisant étant

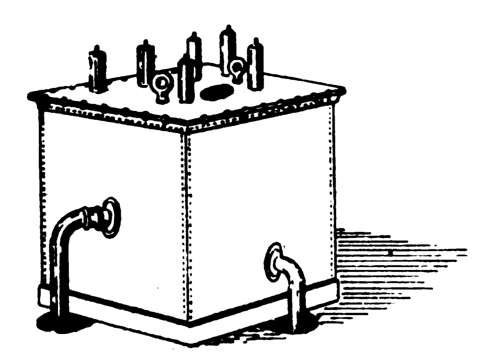


Fig. 8. — Multiplicateur de fréquence.

assez élevé, la force électromotrice à fréquence multiple qui y est induite peut être considérable; aussi a-t-on placé en série avec les enroulements magnétisants et avant d'arriver au multiplicateur des bobines de self sans noyau de fer, qui diminuent l'intensité du courant de haute fréquence et par suite les pertes dans le fer; cette self de protection a été calculée en vue d'amener le courant de haute fréquence à fournir 3 °/₀ des ampères tours utiles.

V. *Dispositif d'émission.* — L'émission s'effectue en désaccordant le circuit primaire pendant les intervalles séparant les signaux Morse: si la manipulation était faite sur l'antenne, le multiplicateur travaillerait à vide pendant les intervalles de silence, d'où une dépense d'énergie inutilisée provenant des pertes dans le fer. La résonance étant très aiguë, une très faible variation de la self induction du circuit primaire sera suffisante: elle s'effectuera au moyen d'un relais traversé par le courant envoyé de l'appareil de transmission.

Tableaux et Pupitres.

La régulation des machines de la station est réunie sur le pupitre placé au centre de la salle. Les appareils sont fixés sur des tableaux au nombre de cinq.

Le premier tableau correspond aux premier et deuxième groupes auxiliaires; il comprend : un interrupteur, un voltmètre, un rhéostat de champ, les boutons de commande « arrêt » et « marche », une lampe témoin. Le deuxième tableau est celui du groupe principal, comprenant : les boutons de commande « arrêt », « marche », des lampes témoins, l'ampèremètre du moteur. Le troisième tableau est relatif à l'alternateur haute fréquence : un régulateur magnétique, un ampèremètre sur l'excitation, un voltmètre haute fréquence. Le quatrième tableau comprend : un commutateur de commande du variomètre, lampes témoins, un ampèremètre haute fréquence, un ampèremètre et un régulateur pour le courant magnétisant. Le cinquième tableau est celui de secours.

Sur le pupitre sont également placées les sirènes, l'une d'elles est commandée par le service télégraphique afin d'attirer l'attention de l'employé de service; les autres sirènes servent à indiquer la baisse de pression de l'huile.

Disposition des bâtiments.

Le bâtiment du poste émetteur a une surface totale de 500 m² et un volume de 400 m³; il se compose d'un sous-sol éclairé de 2 m 50 de hauteur; un étage principal muni de larges baies vitrées. La salle principale, d'une superficie de 336 m², est construite en forme de croix (fig. 2); les deux groupes principaux sont montés sur des fondations spéciales indépendantes du bâtiment. Un pont roulant sera installé dans cette partie de la salle, afin de faciliter le montage et la réparation des machines. Les relais et rhéostats seront installés dans le sous-sol, les ailes latérales de la salle étant réservées aux appareils de circuit et au multiplicateur de fréquence. La partie postérieure de la salle est réservée aux appareils d'antenne, au variomètre et à l'inductance d'antenne.

Les dimensions de la salle sont telles que l'installation provisoire décrite ci-dessus est loin d'occuper la place disponible; on pourra donc augmenter dans l'avenir la puissance de la station, et ajouter de nouvelles unités.



CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTE DES AMIS DE LA T. S. F.

Réunion du 19 mars 1924

Liste des nouveaux sociétaires.

MM. Gilson (Paul), capitaine du génie, 14, rue Henry-Bocquillon, Paris (XVe).
Villada (Alfonso), employé des télégraphes, Telegrafos, à Gijon (Espagne).
Hénot (Paul), industriel, 25, avenue de Madrid, à Tunis.
de la Baume Pluvinel (Aymar), astronome, 26 bis, avenue Raphaël, Paris (XVIe).
Speechaert (Albert), dessinateur électrotechnicien, 15, rue des Champs, à Alost (Belgique).
Van der Gucht (Charles), 1, quai au Bois, à Alost (Belgique).
Hajek (Paul), ingénieur, Praha II, Marodni 26 (Tchécoslovaquie).
Rey (Marcelino), commerçant, San Eduardo, 674, Buenos-Aires (République Argentine).
Namba (Koichi), professeur adjoint à l'Université Impériale de Kyushu, 24, rue de la Tour, Paris (XVIe).
Rayer (Jean), bijoutier-joaillier fabricant, 11, rue Réaumur, Paris (IIIe).
Augé (Bernard), commis des P. T. T., 116, rue La Fontaine, Paris (XVIe).
Larue (Pierre), sous-régisseur du Domaine de l'Enfida, Enfidaville (Tunisie).
Ducati (Adriano), 3, via Garibaldi, Bologna 29 (Italie)
Dufrêne (Charles), lieutenant de vaisseau, 5, rue Langeron, Toulon (Var).
Hergès (André), monteur radio-électricien, 8, rue Gambey, Paris (XIe).
Lacombe (Marcel), étudiant à l'Institut électrotechnique de Toulouse, 22, boulevard de la Gare, Toulouse (Haute-Garonne).
Noël (Pierre), comptable, 2, rue Solférino, Aubervilliers (Seine).
Fleury (Marcel), ingénieur E. C. P., 223, boulevard de la République, La Madeleine (Nord).
Wagner (Georges), professeur de musique, Crédit Lyonnais, La Seyne-sur-Mer (Var).
Amiryan, 4, rue de Vaugirard, Paris (VIe).
Bruniaux, 22, avenue du Maine, Paris (XVe).
Sellier (Jean), opérateur radiotélégraphiste radio-maritime, 27, rue de la République, Marseille.
Lakhovsky (Georges), ingénieur, 5, avenue du Bois-de-Boulogne, Paris (XVIe).

longueur d'onde correspondant à la fréquence de l'alternateur; il est constitué par une spirale en cuivre plat d'un poids de 18 kilos monté sur un cadre hexagonal analogue à ceux de l'inductance d'antenne.

Le courant pénètre dans le variomètre par un contact mobile; son déplacement est assuré par l'intermédiaire d'une vis sans fin actionnée par un petit moteur électrique de 0,1 C.V. Afin d'éviter tout grippage, un mouvement d'avance suivant le rayon de la spirale est également communiqué à la prise variable. Un limiteur de parcours placé sur l'axe de la vis déclanche des contacts à ressort lorsque la prise arrive à l'extrémité de la spirale, ces contacts sont en série avec le moteur spécial et celui-ci s'arrête alors automatiquement, en même temps une lampe s'allume sur le pupitre.

Le réglage du variomètre est commandé par un commutateur à trois positions marquées « arrêt », « en avant », « en arrière ».

Après avoir traversé le variomètre et l'inductance d'antenne, on arrive à l'entrée de poste, dont les dimensions sont définies par la puissance de ce dernier. La porcelaine d'entrée pèse 16 kilos.

III. *Marche sur fréquence multiple.* — Nous nous sommes occupés jusqu'ici du fonctionnement sur fréquence normale; si par la manœuvre du commutateur de fréquence, on passe dans la position correspondant au travail sur fréquence multiple de la fréquence normale, la longueur d'onde d'émission va diminuer, et dans ce cas le schéma de la haute fréquence se compose de deux circuits :

Le circuit primaire formé par l'enroulement secondaire du transformateur, l'enroulement primaire du multiplicateur de fréquence et la batterie de condensateurs, rendant le circuit oscillant.

Le circuit secondaire comprenant l'enroulement secondaire du multiplicateur, les appareils de mesure, la prise de terre, l'inductance d'antenne (un seul élément est employé). On n'a pas prévu l'emploi d'un variomètre, le choix des appareils ayant été fait au début de telle façon que le circuit secondaire soit en résonance avec le circuit primaire; le désaccord pourrait provenir de variations de vitesse, variations qui seront compensées en faisant varier l'alimentation et l'inductance du multiplicateur de fréquence et en réglant le courant continu magnétisant.

IV. *Multiplicateur de fréquence.* — Le multiplicateur de fréquence (fig. 8) construit au laboratoire de Nijny-Novgorod d'après les projets et le système du professeur Vologdine, comprend deux transformateurs à noyau de fer portant chacun trois enroulements : un enroulement primaire, un enroulement secondaire, un enroulement magnétisant, ce dernier alimenté par courant continu. Les noyaux sont en

minces tôles provenant des usines de l'Oural (épaisseur de 0,3 mm); les pertes dans le fer étant très importantes, le noyau ne présente pas une masse compacte, mais est composé de plusieurs paquets de tôles d'environ 3 mm d'épaisseur et séparés entre eux par des canaux à circulation d'huile. Les enroulements sont bobinés sur chaque noyau concentriquement et sont isolés entre eux, et d'avec le noyau. La pompe à circulation d'huile, semblable à celle du groupe principal, démarre en même temps que le groupe auxiliaire qui fournit le courant magnétisant. Pour contrôler la circulation d'huile, les mêmes appareils que pour le groupe générateur sont employés.

La figure 6 montre la façon dont les enroulements sont couplés au réseau; le nombre de spires de l'enroulement magnétisant étant

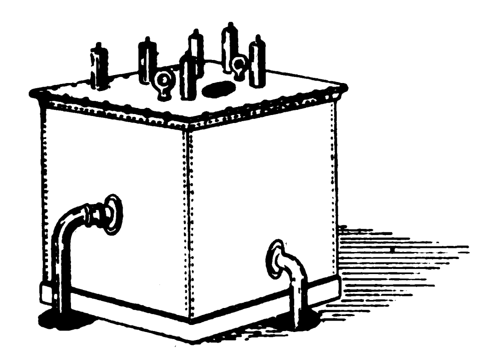


Fig. 8. — Multiplicateur de fréquence.

assez élevé, la force électromotrice à fréquence multiple qui y est induite peut être considérable; aussi a-t-on placé en série avec les enroulements magnétisants et avant d'arriver au multiplicateur des bobines de self sans noyau de fer, qui diminuent l'intensité du courant de haute fréquence et par suite les pertes dans le fer; cette self de protection a été calculée en vue d'amener le courant de haute fréquence à fournir 3 °/₀ des ampères tours utiles.

V. *Dispositif d'émission.*— L'émission s'effectue en désaccordant le circuit primaire pendant les intervalles séparant les signaux Morse; si la manipulation était faite sur l'antenne, le multiplicateur travaillerait à vide pendant les intervalles de silence, d'où une dépense d'énergie inutilisée provenant des pertes dans le fer. La résonance étant très aiguë, une très faible variation de la self induction du circuit primaire sera suffisante: elle s'effectuera au moyen d'un relais traversé par le courant envoyé de l'appareil de transmission.

Tableaux et Pupitres.

La régulation des machines de la station est réunie sur le pupitre placé au centre de la salle. Les appareils sont fixés sur des tableaux au nombre de cinq.

Le premier tableau correspond aux premier et deuxième groupes auxiliaires; il comprend : un interrupteur, un voltmètre, un rhéostat de champ, les boutons de commande « arrêt » et « marche », une lampe témoin. Le deuxième tableau est celui du groupe principal, comprenant : les boutons de commande « arrêt », « marche », des lampes témoins, l'ampèremètre du moteur. Le troisième tableau est relatif à l'alternateur haute fréquence : un régulateur magnétique, un ampèremètre sur l'excitation, un voltmètre haute fréquence. Le quatrième tableau comprend : un commutateur de commande du variomètre, lampes témoins, un ampèremètre haute fréquence, un ampèremètre et un régulateur pour le courant magnétisant. Le cinquième tableau est celui de secours.

Sur le pupitre sont également placées les sirènes, l'une d'elles est commandée par le service télégraphique afin d'attirer l'attention de l'employé de service; les autres sirènes servent à indiquer la baisse de pression de l'huile.

Disposition des bâtiments.

Le bâtiment du poste émetteur a une surface totale de 500 m² et un volume de 400 m³; il se compose d'un sous-sol éclairé de 2 m 50 de hauteur; un étage principal muni de larges baies vitrées. La salle principale, d'une superficie de 336 m², est construite en forme de croix (fig. 2); les deux groupes principaux sont montés sur des fondations spéciales indépendantes du bâtiment. Un pont roulant sera installé dans cette partie de la salle, afin de faciliter le montage et la réparation des machines. Les relais et rhéostats seront installés dans le sous-sol, les ailes latérales de la salle étant réservées aux appareils de circuit et au multiplicateur de fréquence. La partie postérieure de la salle est réservée aux appareils d'antenne, au variomètre et à l'inductance d'antenne.

Les dimensions de la salle sont telles que l'installation provisoire décrite ci-dessus est loin d'occuper la place disponible; on pourra donc augmenter dans l'avenir la puissance de la station, et ajouter de nouvelles unités.



CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTE DES AMIS DE LA T. S. F.

Réunion du 19 mars 1924

Liste des nouveaux sociétaires.

MM. Gilson (Paul), capitaine du génie, 14, rue Henry-Bocquillon, Paris (XVe).

Villada (Alfonso), employé des télégraphes, Telegrafos, à Gijon (Espagne).

Hénot (Paul), industriel, 25, avenue de Madrid, à Tunis.

de la Baume Pluvinel (Aymar), astronome, 26 bis, avenue Raphaël, Paris (XVIe).

Speechaert (Albert), dessinateur électrotechnicien, 15, rue des Champs, à Alost (Belgique).

Van der Gucht (Charles), 1, quai au Bois, à Alost (Belgique).

Hajek (Paul), ingénieur, Praha II, Marodni 26 (Tchécoslovaquie).

Rey (Marcelino), commerçant, San Eduardo, 674, Buenos-Aires (République Argentine).

Namba (Koichi), professeur adjoint à l'Université Impériale de Kyushu, 24, rue de la Tour, Paris (XVIe).

Rayer (Jean), bijoutier-joaillier fabricant, 11, rue Réaumur, Paris (IIIe).

Augé (Bernard), commis des P. T. T., 116, rue La Fontaine, Paris (XVIe).

Larue (Pierre), sous-régisseur du Domaine de l'Enfida, Enfidaville (Tunisie).

Ducati (Adriano), 3, via Garibaldi, Bologna 29 (Italie)

Dufrêne (Charles), lieutenant de vaisseau, 5, rue Langeron, Toulon (Var).

Hergès (André), monteur radio-électricien, 8, rue Gambey, Paris (XIe).

Lacombe (Marcel), étudiant à l'Institut électrotechnique de Toulouse, 22, boulevard de la Gare, Toulouse (Haute-Garonne).

Noël (Pierre), comptable, 2, rue Solférino, Aubervilliers (Seine).

Fleury (Marcel), ingénieur E. C. P., 223, boulevard de la République, La Madeleine (Nord).

Wagner (Georges), professeur de musique, Crédit Lyonnais, La Seyne-sur-Mer (Var).

Amiryan, 4, rue de Vaugirard, Paris (VIe).

Bruniaux, 22, avenue du Maine, Paris (XVe).

Sellier (Jean), opérateur radiotélégraphiste radio-maritime, 27, rue de la République, Marseille.

Lakhovsky (Georges), ingénieur, 5, avenue du Bois-de-Boulogne, Paris (XVIe).

Communications.

Un nouveau radiogoniomètre par M. Bellini.

Alimentation des récepteurs radiotélégraphiques par le courant du secteur par M. Podliasky.

Les textes de ces communications paraîtront dans un prochain numéro.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 9 AVRIL 1924

La séance est ouverte à 21 heures sous la présidence de M. Bousquet.

Le trésorier, M. Atthalin, membre de la Commission des Experts. retenu par ses fonctions, s'était fait excuser et son rapport est lu par le président.

Rapport du trésorier.

Messieurs,

Nous avons l'honneur de vous présenter la situation de notre Société pendant l'exercice écoulé.

L'état des recettes et dépenses de l'année 1923 s'établit comme suit :

RECETTES

Versements des membres bienfaiteurs	2.000 »	
Versements des membres à vie	1.080 »	
Soit pour l'ensemble des membres bienfaiteurs et à vie. .		3.080 »
Cotisations annuelles.		23.650 »
Dons.		7.646 90
Recettes diverses.		16.111 94
Soit au total.		50.488 84

DÉPENSES

Onde Electrique	18.891 66
Frais de réunion	3.200 »
Subvention pour le Cours de radiotélégraphie organisé au Conservatoire des Arts et Métiers.	5.217 »
Secrétariat.	2.230 »
Frais généraux et divers	2.980 28
Soit au total.	32.518 94

En vertu de l'article 12 des statuts, le fonds de réserve correspondant aux versements des membres bienfaiteurs et à vie doit être

placé au nom de la Société en rentes nominatives sur l'État ou en valeurs nominatives dont le revenu comporte la garantie de l'État ou des chambres de commerce des départements, des colonies et protectorats français.

En conséquence, nous avons acheté : 175 francs de rente 5 % amortissable, qui représentent au prix de revient : 3.045 fr. 30.

La mise au nominatif a été demandée.

L'excédent des recettes sur les dépenses après ce prélèvement ressort à 14.889 fr. 90 qui, d'après les propositions de votre Conseil d'administration, seraient pour partie employés à l'amortissement complet des frais de constitution qui s'élevaient encore au 1er janvier 1923 à 5.651 fr. 27.

Le solde, soit 9.239 fr. 63, serait reporté à nouveau.

Le bilan au 31 décembre 1923 s'établirait donc comme suit :

Actif		*Passif*	
Frais de constitution.	1 »	Réserve statutaire . .	14.175 »
Portefeuille	14.099 50	Créanciers divers . .	7.240 05
Débiteurs divers. . .	16.554 18	Report à nouveau . .	9.239 63
	30.654 68		30.654 68

La parole est ensuite donnée au général Jullien, commissaire aux comptes, qui lit le rapport rédigé d'accord avec les deux autres commissaires MM. Brylinski et Guillaume.

Rapport des commissaires aux comptes.

Messieurs,

Nous avons procédé à l'examen et à la vérification des écritures de la comptabilité en nous faisant représenter tous documents à l'appui afin de pouvoir reconstituer les éléments de chacun des chapitres du bilan.

De ces écritures, il ressort que le 31 décembre 1923 l'excédent des recettes sur les dépenses s'élevait à 14.889 fr. 90.

Le Conseil d'administration vous propose de prélever sur cet excédent la somme nécessaire à l'amortissement total des frais de constitution; ces frais dont une partie avait déjà été amortie lors du précédent exercice, représentent des dépenses de propagande effectuées avant la constitution définitive de la Société, et qui s'élevaient encore au 1er janvier 1923 à 5.651 fr. 27.

Cet amortissement est normal et nous l'approuvons, ces frais de constitution représentant un actif dont la valeur réelle est nulle.

Sous réserve de l'approbation par votre Assemblée des propositions du Conseil d'administration, la situation active et passive de la Société s'établirait au 31 décembre 1923 de la façon suivante :

Actif		*Passif*	
Frais de constitution.	1 »	Réserve statutaire. .	14.175 »
Portefeuille	14.099 50	Créanciers divers . .	7.240 05
Débiteurs divers. . .	16.554 18	Report à nouveau . .	9.239 63
	30.654 68		30.654 68

La Société possède donc un portefeuille de 14.099 fr. 50 et reporte à nouveau et en sus une somme de 9.239 fr. 63.

On voit que la Société des Amis de la T. S. F. poursuit son développement très normal et que sa situation financière est excellente. Tout cela lui permettra de remplir de mieux en mieux le but tout désintéressé qu'elle s'est donné, contribuer au perfectionnement et à l'expansion de la télégraphie sans fil.

Nous vous proposons donc de donner votre approbation au bilan et aux comptes de l'exercice 1923, tels qu'ils vous sont soumis par le Conseil d'administration.

Le président donne ensuite lecture du rapport général de l'exercice 1923.

Rapport général de l'Exercice 1923

Messieurs,

Nous avons l'honneur de vous soumettre l'exposé de notre gestion pendant l'exercice écoulé.

Ainsi que vous le savez, les éminents fondateurs de notre Société ont inscrit, dans l'article premier de nos statuts, que la Société des Amis de la T. S. F. avait pour but :

1° De contribuer à l'avancement de la radiotélégraphie théorique et appliquée, ainsi qu'à celui des sciences et industries qui s'y rattachent ;

2° D'établir et d'entretenir entre ses membres des relations suivies et des liens de solidarité.

Dans le discours qu'il prononça à l'Assemblée générale constitutive, M. Pérot précisa, en les commentant, les dispositions de cet article.

« La Société des Amis de la T. S. F., dit-il, doit être la tribune des ingénieurs et des savants qui viendront y exposer leurs idées, faire part de leurs découvertes, et elle doit, à l'exemple des Sociétés sur

le modèle desquelles elle est fondée, Société de Physique, Société française des Electriciens, Société des Ingénieurs civils, etc..., être la cause de ces échanges d'idées toujours si fructueuses pour la science. »

« Il serait bon, ajoutait-il, que notre Société facilitât les remarques sur les causeries que nous entendons. Les échanges de vues amènent l'intimité, et les communications faites perdront le tour un peu pédagogique vers lequel elles tendraient fatalement, pour garder un caractère moins austère, et, partant, plus attrayant. La Société vivra alors d'une vie intense et fructueuse. »

Nous avons appliqué tous nos efforts à réaliser le programme que nous dictaient de si justes et si fines observations, tant par le choix des communications présentées à nos séances mensuelles, que par l'insistance que met votre Bureau à engager les membres de la Société à prendre part aux discussions qui suivent la conférence. Nous attachons à ce dernier point une importance spéciale. L'élan est maintenant donné; ces échanges de vues et ces entretiens familiers deviendront de plus en plus la règle de nos réunions.

D'autre part, notre Comité de rédaction s'est attaché à conserver à notre revue *l'Onde Electrique*, cette haute tenue scientifique que réclamait notre premier président, M. le duc de Broglie, et qui lui donne un rang éminent parmi les publications du même ordre. Ainsi donc par la nature de ses manifestations extérieures, conférences et Revue, nous estimons que notre Société s'est nettement placée sur le pied de Société scientifique et technique, envisagé par ses fondateurs.

Il convient d'ajouter d'ailleurs que ce caractère n'exclut en aucune façon la participation active de tous ceux qui s'intéressent aux applications de la radioélectricité. Il est en effet impossible de fixer les limites où s'arrêtent la science et la technique, et la pratique journalière montre l'importance de la contribution apportée par les amateurs à l'œuvre commune. Ce qui paraît le plus désirable, c'est une collaboration étroite entre le savant, le technicien et l'amateur. Votre bureau a recherché cette collaboration, ainsi qu'il ressort de l'ensemble des communications rappelées ci-dessous, et des articles publiés dans *l'Onde Electrique*. Il est persuadé qu'elle ira en s'accentuant par le développement des discussions en séance.

Afin de préciser la nature des travaux de la Société durant l'année écoulée, nous croyons bon de rappeler ici la liste des conférences données lors de nos réunions mensuelles.

Communications faites pendant l'année 1923

Réception des ondes courtes, par M. Clavier.

Les essais transatlantiques, par M. Corret.

Transmission dans l'air par induction, par M. Pérot.

Particularités de l'emploi de T. S. F. à bord des avions, par le Commandant Franck.

Exposé critique des théories de la propagation, par M. Bouthillon.

Pratique de la Super-Réaction, par M. David.

Structure électronique de l'électricité, par M. de Broglie.

La modulation en radiotéléphonie, par M. Reynaud-Bonin.

Détermination de l'heure et des longitudes par T. S. F., par M. Driencourt.

Les amplificateurs à résistance et les ondes courtes, par M. Brillouin.

Le problème de l'alimentation des postes récepteurs par le courant alternatif, par M. Clavier.

Le fonctionnement des tubes électroniques sans tension plaque, par M. Bordères.

Nouvel ampèremètre à thermo-élément, par M. Pillier.

L'alimentation des récepteurs en alternatif, par M. Barthélemy

L'alimentation des récepteurs en alternatif, par M. Depriester.

Observations récentes sur les déviations des ondes électromagnétiques, par M. Mesny.

***

Dans l'ordre des manifestations de notre activité, il nous paraît difficile de ne pas accorder une mention spéciale au « Cours élémentaire de Radiotélégraphie », organisé au Conservatoire national des Arts et Métiers, avec le bienveillant appui et la collaboration de la direction de cet établissement, et plus particulièrement de M. le professeur Chaumat. Le cours de 1923 a groupé plus de sept cents auditeurs, parmi lesquels trois cent quatre-vingt-un se sont fait inscrire aux travaux pratiques.

Nous rappelons que le cours a pour but de donner de solides connaissances théoriques et pratiques sur les principes de la radiotélégraphie. Dans les séances de travaux pratiques les élèves apprennent la lecture au son, et manipulent eux-mêmes les appareils les plus importants. Le succès aux examens qui terminent le cours est consacré par un diplôme délivré par le Conservatoire.

Des facilités spéciales sont accordées aux jeunes gens devant entrer au service dans l'année en cours et par là notre Société pour-

suit l'œuvre nationale à laquelle M. Pérot faisait allusion dans le discours rappelé plus haut.

Ce cours va recommencer le 30 avril prochain et, cette fois, les élèves pourront avoir l'avantage de se procurer le texte développé des conférences qui leur seront faites et qui sont en cours d'édition.

Cette organisation a demandé beaucoup de travail et un gros effort financier ; il fallait en effet préparer des conférences adaptées à cet objet particulier et acquérir un matériel considérable pour permettre à plusieurs centaines d'élèves de faire les manipulations. Une souscription ouverte dans ce but nous a fourni les moyens de couvrir nos dépenses, sans mettre en péril la situation financière de notre Société. Votre bureau remercie en votre nom les généreux donateurs et tous ceux qui ont apporté leur concours à cette œuvre.

***

Après avoir participé au concours Lépine, nous n'avons pas manqué de figurer à la très belle exposition de physique, qui a eu lieu au Grand Palais au mois de décembre, et à l'organisation de laquelle notre président désigné pour 1924, M. de Valbreuze, a travaillé avec tant de compétence et de succès. Nous y avons tenu une place honorable, et cette participation a été pour nous une occasion utile de développer notre propagande.

***

Nous devons vous signaler encore que les relations amicales établies entre notre Société et les deux autres Sociétés radioélectriques, la Société française d'Etudes de télégraphie et de téléphonie sans fil, et le Radio Club de France, ont été consacrées durant l'année par la création d'un Comité intersociétaire. Ce Comité s'est donné pour tâche l'étude en commun de toutes les questions intéressant à la fois les trois organismes : Enquêtes et études diverses, manifestations nationales, action auprès des pouvoirs publics. Nous sommes convaincus que cette coopération donnera les meilleurs résultats.

***

Comme vous le voyez, Messieurs, nous avons beaucoup travaillé durant l'année. Fidèles au principe que nous rappelions au début de ce rapport, nous nous sommes efforcés, en dehors de toute considération intéressée, de développer autour de nous l'étude et le culte de la science et de la technique radioélectriques.

Ces efforts, nous sommes heureux de le constater, n'ont pas été sans résultats. Notre jeune Société a grandi en force et en prestige. Le nombre de ses membres est en accroissement constant. La situation financière est forte, comme vous le montrent les rapports du trésorier et des commissaires aux comptes. Elle fait face aisément à toutes ses dépenses, et ses ressources lui permettent de développer progressivement toute son action.

***

Durant l'exercice écoulé, nous avons eu la douleur de perdre deux des membres de notre Conseil: MM. Dennery et Eiffel. Vous vous associerez à nous dans l'hommage ému que nous rendons à leur mémoire.

Vous avez à élire aujourd'hui un président pour l'exercice 1925-1926, un vice-président, un secrétaire et huit membres du Conseil pour les exercices 1924 à 1927, trois commissaires aux comptes pour l'exercice 1924-1925.

Le liste des candidats proposés par le Conseil vous a été déjà soumise, et le dépouillement du scrutin va dans quelques minutes faire connaître votre choix.

Conformément aux statuts, le président désigné pour l'exercice actuel, par l'Assemblée générale annuelle de 1923, est M. de Valbreuze.

Nous soumettons enfin à votre vote la résolution suivante : « Les membres de la Société des Amis de la T. S. F., réunis en Assemblée générale, après avoir pris connaissance des rapports du trésorier, des commissaires des comptes et du Conseil d'administration pour l'exercice écoulé, approuvent lesdits rapports, ainsi que la gestion morale et financière du Conseil, auquel elle donne mission de persévérer dans la voie qu'il s'est tracée. »

Cette résolution est votée à main levée à l'unanimité des membres présents.

M. Bousquet cède alors le fauteuil présidentiel à M. de Valbreuze qui prononce l'allocution suivante :

Allocution du nouveau président.

« Messieurs,

« Vous m'avez fait l'honneur de m'appeler à la présidence de notre Société. Je vous en remercie. Vous pouvez compter sur mon dévouement.

« C'est une bien lourde tâche, Messieurs, de succéder à un président tel que M. Bousquet. La finesse de son esprit, sa haute érudition, sa connaissance approfondie des affaires, l'expérience qu'il a acquise dans le maniement des plus gros organismes financiers, lui ont donné une autorité tout à fait exceptionnelle. Agrégé de l'Université de Paris, chargé de missions à l'étranger, secrétaire général du *Journal des Débats*, puis associé de la banque Jacques Gunzbourg et Cie, M. Henri Bousquet a pris une part prépondérante à la création et à l'administration de grandes entreprises financières, telles que la Banque nationale de Crédit, la Banque franco-japonaise, le Crédit mobilier français, la Petrofina, la T. C. R. P., la Compagnie française des câbles télégraphiques. C'est lui qui, au lendemain de la guerre, a créé et organisé les grandes Compagnies françaises de T. S. F., Compagnie générale de T. S. F., Société française Radioélectrique, Compagnie Radio-Maritime, Compagnie Radio-France, Société Radio-Orient, Compagnie française de Radiophonie. Nul n'était donc mieux qualifié que lui pour présider, surtout dans la période d'organisation et de mise au point, notre Société des Amis de la T. S. F.

« Les résultats qu'il a obtenus, avec le concours infiniment dévoué de notre secrétaire général, M. Mesny, vous les connaissez : les rapports dont vous venez d'entendre la lecture vous les ont indiqués : ces rapports vous ont montré sur quelles bases solides mes éminents prédécesseurs et leurs collaborateurs ont réussi à asseoir notre Société. Mais il ne faut pas en rester là, Messieurs. Sur ces solides fondations, il faut bâtir un édifice imposant. Il faut que notre Société grandisse en nombre, en influence, en renom. Il faut qu'elle soit connue, consultée, honorée. Il faut qu'elle joue un rôle technique, et aussi un rôle social, car elle se doit d'aider au développement des bienfaits que l'humanité est en droit d'attendre des applications de la science radioélectrique. Pour tout cela, il faut que nous soyons forts : pour être forts, il faut que nous soyons nombreux. Donc, Messieurs, l'impérieux devoir qui s'impose actuellement à nous tous, c'est de travailler de toutes nos forces à augmenter le nombre de nos adhérents. Chacun doit collaborer à cette tâche ; chacun doit former un centre actif de propagande ; chacun doit tenir à honneur d'amener à notre groupement le plus grand nombre possible de membres nouveaux. Il faut, Messieurs, que nous fassions la boule de neige et, si nous y réussissons, l'impulsion première donnée à notre Société se transformera bientôt en un mouvement uniformément accéléré qui la portera vers les plus hautes destinées.

Ces efforts, nous sommes heureux de le constater, n'ont pas été sans résultats. Notre jeune Société a grandi en force et en prestige. Le nombre de ses membres est en accroissement constant. La situation financière est forte, comme vous le montrent les rapports du trésorier et des commissaires aux comptes. Elle fait face aisément à toutes ses dépenses, et ses ressources lui permettent de développer progressivement toute son action.

***

Durant l'exercice écoulé, nous avons eu la douleur de perdre deux des membres de notre Conseil : MM. Dennery et Eiffel. Vous vous associerez à nous dans l'hommage ému que nous rendons à leur mémoire.

Vous avez à élire aujourd'hui un président pour l'exercice 1925-1926, un vice-président, un secrétaire et huit membres du Conseil pour les exercices 1924 à 1927, trois commissaires aux comptes pour l'exercice 1924-1925.

Le liste des candidats proposés par le Conseil vous a été déjà soumise, et le dépouillement du scrutin va dans quelques minutes faire connaître votre choix.

Conformément aux statuts, le président désigné pour l'exercice actuel, par l'Assemblée générale annuelle de 1923, est M. de Valbreuze.

Nous soumettons enfin à votre vote la résolution suivante : « Les membres de la Société des Amis de la T. S. F., réunis en Assemblée générale, après avoir pris connaissance des rapports du trésorier, des commissaires des comptes et du Conseil d'administration pour l'exercice écoulé, approuvent lesdits rapports, ainsi que la gestion morale et financière du Conseil, auquel elle donne mission de persévérer dans la voie qu'il s'est tracée. »

Cette résolution est votée à main levée à l'unanimité des membres présents.

M. Bousquet cède alors le fauteuil présidentiel à M. de Valbreuze qui prononce l'allocution suivante :

Allocution du nouveau président.

« Messieurs,

« Vous m'avez fait l'honneur de m'appeler à la présidence de notre Société. Je vous en remercie. Vous pouvez compter sur mon dévouement.

« C'est une bien lourde tâche, Messieurs, de succéder à un président tel que M. Bousquet. La finesse de son esprit, sa haute érudition, sa connaissance approfondie des affaires, l'expérience qu'il a acquise dans le maniement des plus gros organismes financiers, lui ont donné une autorité tout à fait exceptionnelle. Agrégé de l'Université de Paris, chargé de missions à l'étranger, secrétaire général du *Journal des Débats*, puis associé de la banque Jacques Gunzbourg et Cie, M. Henri Bousquet a pris une part prépondérante à la création et à l'administration de grandes entreprises financières, telles que la Banque nationale de Crédit, la Banque franco-japonaise, le Crédit mobilier français, la Petrofina, la T. C. R. P., la Compagnie française des câbles télégraphiques. C'est lui qui, au lendemain de la guerre, a créé et organisé les grandes Compagnies françaises de T. S. F., Compagnie générale de T. S. F., Société française Radioélectrique, Compagnie Radio-Maritime, Compagnie Radio-France, Société Radio-Orient, Compagnie française de Radiophonie. Nul n'était donc mieux qualifié que lui pour présider, surtout dans la période d'organisation et de mise au point, notre Société des Amis de la T. S. F.

« Les résultats qu'il a obtenus, avec le concours infiniment dévoué de notre secrétaire général, M. Mesny, vous les connaissez : les rapports dont vous venez d'entendre la lecture vous les ont indiqués : ces rapports vous ont montré sur quelles bases solides mes éminents prédécesseurs et leurs collaborateurs ont réussi à asseoir notre Société. Mais il ne faut pas en rester là, Messieurs. Sur ces solides fondations, il faut bâtir un édifice imposant. Il faut que notre Société grandisse en nombre, en influence, en renom. Il faut qu'elle soit connue, consultée, honorée. Il faut qu'elle joue un rôle technique, et aussi un rôle social, car elle se doit d'aider au développement des bienfaits que l'humanité est en droit d'attendre des applications de la science radioélectrique. Pour tout cela, il faut que nous soyons forts : pour être forts, il faut que nous soyons nombreux. Donc, Messieurs, l'impérieux devoir qui s'impose actuellement à nous tous, c'est de travailler de toutes nos forces à augmenter le nombre de nos adhérents. Chacun doit collaborer à cette tâche ; chacun doit former un centre actif de propagande ; chacun doit tenir à honneur d'amener à notre groupement le plus grand nombre possible de membres nouveaux. Il faut, Messieurs, que nous fassions la boule de neige et, si nous y réussissons, l'impulsion première donnée à notre Société se transformera bientôt en un mouvement uniformément accéléré qui la portera vers les plus hautes destinées.

« Tel est le vœu que je forme ce soir, Messieurs, en m'asseyant au fauteuil présidentiel. »

M. de Valbreuze donne ensuite la parole au secrétaire général qui lit la liste des nouveaux membres ayant adhéré depuis la dernière séance.

Liste des nouveaux sociétaires.

MM. Ginat (M.), professeur agrégé de physique au Lycée du Havre.

Aracil Liodral (Jesus), contador de navio, station des sous-marins. Cartagena (Espagne).

Comte de Waru, propriétaire, 32, avenue Henri-Martin, Paris (XVIe).

Brenner (Charles), radiotélégraphiste à Pecqueuse, par Limours (Seine-et-Oise).

Serrell (Robert,) dessinateur, 60, rue Olivier-de-Serres, Paris (XVe).

Jamas (Richard), 21, rue Richaud, Saïgon.

Ondedieu (Marcel), étudiant, 4, rue du Roule, Cherbourg.

Slavik (Antoine), officier de l'armée tchécoslovaque, 26, rue de Damesme Paris (XIIIe).

Bouverie (l'honorable lieutenant-colonel S. P.), D. S. O., administrateur technique de la maison Wickers de Londres et Vice-Président de la Radio-Society de Grande-Bretagne, High Barn, Godalming, Surrey (Angleterre).

Owen (Lucas), D. Sc. M. I. E. E., directeur des recherches scientifiques de la maison Wickers et membre du Comité radio-technique de la Société des ingénieurs électriciens de Londres, 49, Linden Gardens, London W2.

Longeroche (Roger), ajusteur-monteur, 9, rue Gambetta, Puteaux (Seine).

Pirou (Jacques), étudiant, 7, rue Monge, Paris (Ve).

Courtois (Pierre), ingénieur chimiste, 20, rue de Bon-Secours, Compiègne.

Veyre (Docteur Gabriel), indutriel, 83, avenue du Général Moinier, Casablanca (Maroc).

Manupassa (D. J.), contrôleur des P. T. T. à Soerabaja, Ile de Java (Indes Orientales Néerlandaises).

Trinquesse (Georges), électricien, 10, passage Charles-Albert, Paris (XVIIIe).

Barret (Paul), maitre radio, instructeur au Centre de liaison et transmission de Douéra, par Alger.

Après cette lecture, la parole est donnée au docteur Cohen pour sa communication sur la télégraphie haute fréquence sur ligne. Cette communication paraîtra dans un prochain numéro.

Cette communication terminée, le président remercie chaleureusement le docteur Cohen et rappelle à l'Assemblée les services qu'il a rendus à la science radioélectrique et qui l'ont fait universellement



connaître, puis il est donné lecture des résultats du scrutin dont le dépouillement s'est poursuivi pendant la séance :

Résultats du scrutin.

Nombre de votants : 154.

Sont élus :

Président pour 1925-1926 : M. Pomey, inspecteur général des P. T. T., directeur de l'Ecole supérieure des P. T. T. 151 voix

Vice-président pour 1924-1925 : M. Brylinski, président du Comité Electrotechnique français . . . . 152 voix

Secrétaire pour 1924-1925 : M. Fromy, ingénieur à l'Établissement central du Matériel de la Radiotélégraphie militaire. . . 151 voix

Membres du Conseil pour 1924-1925 :

M. Beauvais, agrégé de l'Université, ingénieur-conseil. . . . . . 154 voix
Capitaine Bergeron, chef du Centre Radio de Paris. . . . . . 154 voix
M. Bethenod, ingénieur-conseil. . . . . 153 voix
M. Brillouin, docteur ès sciences, ingénieur-conseil. . . . . . . 154 voix
Commandant Franck, du Service technique Aéronautique. . . 150 voix
Commandant Metz, du Commandement supérieur des Troupes et Services de transmission. . . . . 153 voix
M. Paraf, directeur de la Société des Forces motrices de la Vienne. 153 voix
M. Paternot, ingénieur-électricien, industriel. . . . . 151 voix

Commissaires aux comptes pour 1924-1925 :

M. de la Baume-Pluvinel, astronome . . . . 153 voix
M. Boucherot, ancien président de la Société des Électriciens. . . 154 voix
Général Jullien . . . . 151 voix

La séance est levée à 23 h. 15.

LE CONGRÈS INTERNATIONAL D'AMATEURS DE T. S. F. POUR 1925

Nous avons donné le mois dernier un bref compte rendu de la réception de M. H. Maxim à Paris et indiqué la résolution prise de réunir un Congrès en 1925. Nous publions aujourd hui le rapport du Comité qui a organisé la réception du président de l'A. R. R. L.

Le Comité intersociétaire de T. S. F., délégué des trois grandes

Sociétés françaises de T. S. F. : « les Amis de la T. S. F. », « le Radio Club de France » et la « Société française d'Études de T. S. F. », avait organisé, du 12 au 14 mars dernier, des réunions en l'honneur de M. Maxim, président de l'American Radio Relay League, qui traversait la France, avant de se rendre en Angleterre.

Le Comité intersociétaire avait également invité à ces réunions les délégués des Sociétés étrangères d'amateurs de T. S. F. et les amateurs français les plus notoires. Parmi ceux-ci, beaucoup d'entre eux purent répondre à cet appel, et des amateurs de Belgique, d'Espagne, de Grande-Bretagne, du Grand-Duché de Luxembourg, d'Italie et de Suisse ou leurs représentants assistèrent, avec leurs camarades français, à cette manifestation vraiment internationale.

Le 14 mars, le Comité offrit un banquet d'adieu, sous la présidence du général Ferrié, et dans son discours, en réponse à une allocution cordiale du général, M. Maxim assura, de son côté, les amateurs européens en général, et français en particulier, de tout l'appui des 16.000 amateurs Américains exercés qu'il représentait.

Avant de se séparer, les délégués discutèrent de l'opportunité d'établir le plus tôt possible des liaisons internationales entre amateurs et de fonder prochainement une Ligue internationale d'amateurs de T. S. F. — Ils rédigèrent ensuite, avec l'approbation de tous les représentants présents, le procès-verbal suivant :

« Des amateurs de T. S. F. de Belgique, d'Espagne, des États-Unis d'Amérique, de France, de Grande-Bretagne, du Grand-Duché de Luxembourg, d'Italie et de Suisse, réunis ou représentés à Paris, le 12 mars 1924, pour étudier avec M. Hiram P. Maxim, président de l'*American Radio Relay League,* l'opportunité d'une organisation internationale de la T. S. F. d'amateurs, ont été unanimes à reconnaître cette opportunité.

« Sous bénéfice de ratification ultérieure pour ceux d'entre eux qui n'avaient pas, à cet effet, reçu mandat de leurs sociétés nationales, ils ont désigné pour étudier les modalités de réalisation d'une telle organisation :

« *Pour la Belgique :* M. Henrotay.

« *Pour l'Espagne :* M. Balta Elias.

« *Pour les Etats-Unis d'Amérique :* M. Hiram P. Maxim.

« *Pour la France :* M. le docteur Corret.

« *Pour la Grande-Bretagne :* M. G. Marcuse.

« *Pour le Grand-Duché de Luxembourg :* M. de Groot.

« *Pour l'Italie :* M. Guglio Salom.

« *Pour la Suisse :* M. Cauderay.



« Le Danemark, qui n'avait pu envoyer de représentant, devait, en outre, être informé par M. le docteur Corret des dispositions qui seraient prises de concert avec M. Maxim.

« Les amateurs ainsi désignés, ou leurs représentants, se sont réunis, le 14 mars, à l'exception de M. G. Marcuse, qui n'avait pu prolonger son séjour à Paris.

« Le Comité, ainsi constitué, a pris le nom de « Comité provisoire pour l'organisation d'une union internationale des amateurs de T. S. F. » *et a élu comme Président : M. Hiram P. Maxim, et comme Secrétaire : M. le docteur Corret.*

Il a été d'avis' qu'après étude préalable d'un projet établi par l'A. R. R. L., la fondation définitive d'un groupement international d'amateurs de T. S. F. soit soumise aux délibérations d'un Congrès international qui serait convoqué à Paris, aux vacances de Pâques 1925. Le nom d' « Union internationale des Amateurs de T. S. F. » lui a paru être le meilleur à choisir pour ce groupement. »

Comme on le voit, il est actuellement établi qu'*un Congrès international aura lieu à Paris en 1925*, et le Comité intersociétaire prend, dès maintenant, toutes les dispositions nécessaires pour pouvoir organiser cette importante manifestation, et recevoir les nombreux hôtes des amateurs français.

Pour le Comité :

Le Président, Dr Pierre Corret.

Le Rapporteur, P. Hémardinquer.

Sociétés françaises de T. S. F. : « les Amis de la T. S. F. », « le Radio Club de France » et la « Société française d'Études de T. S. F. », avait organisé, du 12 au 14 mars dernier, des réunions en l'honneur de M. Maxim, président de l'American Radio Relay League, qui traversait la France, avant de se rendre en Angleterre.

Le Comité intersociétaire avait également invité à ces réunions les délégués des Sociétés étrangères d'amateurs de T. S. F. et les amateurs français les plus notoires. Parmi ceux-ci, beaucoup d'entre eux purent répondre à cet appel, et des amateurs de Belgique, d'Espagne, de Grande-Bretagne, du Grand-Duché de Luxembourg, d'Italie et de Suisse ou leurs représentants assistèrent, avec leurs camarades français, à cette manifestation vraiment internationale.

Le 14 mars, le Comité offrit un banquet d'adieu, sous la présidence du général Ferrié, et dans son discours, en réponse à une allocution cordiale du général, M. Maxim assura, de son côté, les amateurs européens en général, et français en particulier, de tout l'appui des 16.000 amateurs Américains exercés qu'il représentait.

Avant de se séparer, les délégués discutèrent de l'opportunité d'établir le plus tôt possible des liaisons internationales entre amateurs et de fonder prochainement une Ligue internationale d'amateurs de T. S. F. — Ils rédigèrent ensuite, avec l'approbation de tous les représentants présents, le procès-verbal suivant :

« Des amateurs de T. S. F. de Belgique, d'Espagne, des États-Unis d'Amérique, de France, de Grande-Bretagne, du Grand-Duché de Luxembourg, d'Italie et de Suisse, réunis ou représentés à Paris, le 12 mars 1924, pour étudier avec M. Hiram P. Maxim, président de l'*American Radio Relay League,* l'opportunité d'une organisation internationale de la T. S. F. d'amateurs, ont été unanimes à reconnaître cette opportunité.

« Sous bénéfice de ratification ultérieure pour ceux d'entre eux qui n'avaient pas, à cet effet, reçu mandat de leurs sociétés nationales, ils ont désigné pour étudier les modalités de réalisation d'une telle organisation :

« *Pour la Belgique :* M. Henrotay.

« *Pour l'Espagne :* M. Balta Elias.

« *Pour les Etats-Unis d'Amérique :* M. Hiram P. Maxim.

« *Pour la France :* M. le docteur Corret.

« *Pour la Grande-Bretagne :* M. G. Marcuse.

« *Pour le Grand-Duché de Luxembourg :* M. de Groot.

« *Pour l'Italie :* M. Guglio Salom.

« *Pour la Suisse :* M. Cauderay.

« Le Danemark, qui n'avait pu envoyer de représentant, devait, en outre, être informé par M. le docteur Corret des dispositions qui seraient prises de concert avec M. Maxim.

« Les amateurs ainsi désignés, ou leurs représentants, se sont réunis, le 14 mars, à l'exception de M. G. Marcuse, qui n'avait pu prolonger son séjour à Paris.

« Le Comité, ainsi constitué, a pris le nom de « Comité provisoire pour l'organisation d'une union internationale des amateurs de T. S. F. » *et a élu comme Président : M. Hiram P. Maxim, et comme Secrétaire : M. le docteur Corret.*

Il a été d'avis qu'après étude préalable d'un projet établi par l'A. R. R. L., la fondation définitive d'un groupement international d'amateurs de T. S. F. soit soumise aux délibérations d'un Congrès international qui serait convoqué à Paris, aux vacances de Pâques 1925. Le nom d' « Union internationale des Amateurs de T. S. F. » lui a paru être le meilleur à choisir pour ce groupement. »

Comme on le voit, il est actuellement établi qu'*un Congrès international aura lieu à Paris en 1925*, et le Comité intersociétaire prend, dès maintenant, toutes les dispositions nécessaires pour pouvoir organiser cette importante manifestation, et recevoir les nombreux hôtes des amateurs français.

Pour le Comité :

Le Président,
Dr Pierre CORRET.

Le Rapporteur,
P. HÉMARDINQUER.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Émissions sur ondes courtes du poste de la Tour Eiffel. — Le poste de la Tour Eiffel effectue actuellement à des jours et heures déterminés des séries d'émissions sur ondes courtes; ces émissions continuent, dans des conditions techniques différentes, les essais déjà effectués sur 45 mètres par la Radiotélégraphie Militaire, avec le poste OC 45, installé au fort d'Issy-les-Moulineaux.

Les émissions du poste de la Tour sont effectuées soit sur une antenne spéciale pour ondes courtes vibrant au voisinage de sa fondamentale, soit sur l'une des deux grandes antennes excitées sur harmoniques ou en oscillations forcées.

Le but poursuivi avec la collaboration bénévole de nombreux amateurs est l'étude du rayonnement et de la propagation des ondes courtes, par comparaison des résultats d'écoute obtenus à des distances variées.

Le programme pour le mois de mai est donné ci-dessous.

Lundi	Mardi	Vendredi	Samedi	Longueur d'onde
5	6	9	10	115 m
12	13	16	17	115
19	20	23	24	50
26	27	30	31	25

Heures G. M. T.		Émissions à caractéristiques
de 05 h 00	à 05 h 10	f f f f f
05 h 15	05 h 25	h h h h h
05 h 30	05 h 40	f f f f f
05 h 45	06 h 00	h h h h h
15 h 00	15 h 15	f f f f f
15 h 20	15 h 35	h h h h h
21 h 00	21 h 15	f f f f f
21 h 20	21 h 35	h h h h h

Le texte suivant sera passé en manipulation *très lente* et sera suivi de traits de quelques secondes pour mesures à l'écouteur shunté :

« v v v de FL — FL — 115 m — émission f f f ou h h h

« Prière nous signaler particulièrement les intensités relatives de l'émission à caractéristiques f f f f f et de l'émission à caractéristiques h h h h h ainsi que les circonstances atmosphériques; donner autant que possible des coefficients d'intensité à chacune des deux émissions. »

Adresser les renseignements chaque quinzaine ou chaque mois au Chef du Centre Radiotélégraphique de Paris, poste de la Tour Eiffel.

Émissions sur ondes de 9 mètres. — La Radiotélégraphie militaire procédera à partir du lundi 28 avril à des émissions sur ondes de 9 mètres, suivant l'horaire ci-après :

Lundi	15 à 16 h.	20 h 30 à 21 h.
Mercredi	—	—
Vendredi	—	—

heure légale

Forme des signaux : v v v v v — OC 9 — OC 9 — OC 9. Un texte quelconque. A la fin de chaque phrase, l'indicatif OC 9 sera répété deux fois. La transmission se terminera par OC 9 répété plusieurs fois et *fin de transmission* manipulé en toutes lettres.

La longueur d'onde pourra varier entre 9 m 20 et 9 m 30.

Un article de M. Malgouzou dans *l'Onde Électrique*, mars 1924, donne tous renseignements susceptibles de faciliter les premiers essais de réception.

La Radiotélégraphie militaire serait heureuse de pouvoir compter sur le concours des amateurs pour la réception du poste OC 9.

Veuillez adresser les comptes rendus de réception au lieutenant de vaisseau Malgouzou, 51 *bis*, boulevard Latour-Maubourg, Paris (VIIe).

Une station de radiotéléphonie à Tunis. — Le service militaire radiotélégraphique de Tunis vient d'établir une petite station radiotéléphonique fonctionnant dans d'excellentes conditions. Il a été entendu sur amplifi-

cateur R 2*bis* à Ouargla (800 km) et sur galène à Sfax (230 km). La puissance sera augmentée prochainement.

Des émissions de radioconcerts ont lieu régulièrement les lundi, mercredi, jeudi et samedi à 17 heures T. M. G. sur l'onde de 1100 mètres.

Expériences relatives à la propagation des ondes des fortes explosions. — Des expériences relatives à la propagation des ondes des fortes explosions dans l'air et dans le sol (et à l'étude de nombreux autres effets, mécaniques, physiologiques, etc.) auront lieu prochainement; des explosions portant chacune sur 10 tonnes d'explosif auront lieu les jeudi 15 mai à 19 h. 30, vendredi 23 mai à 20 heures et dimanche 25 mai a 9 heures au camp de la Courtine, situé près de la limite des départements de la Creuse et de la Corrèze, à 22 km N.-N.-E. d'Ussel (latitude 45°44',8 — longitude Ouest 0°5',5 par rapport au méridien de Paris).

Il est désirable que, en plus des observations qui seront assurées par les soins des divers Services représentés au Comité d'organisation, dont le Président est M. Bigourdan, Président de l'Académie des Sciences, des observations soient faites en grand nombre, soit à l'oreille, soit à l'aide de dispositifs manométriques ou mécaniques appropriés.

Il est important de noter avec le plus d'exactitude possible l'heure de l'observation (heure, minute, seconde), par rapport à l'heure légale donnée par les signaux horaires de la Tour Eiffel. Pour faciliter le contrôle et le réglage des montres, chronomètres aux autres dispositifs indicateurs du temps, les Services de la Télégraphie militaire donneront, par le poste de la Tour Eiffel, des signaux horaires spéciaux au moment des trois explosions. Chacun de ces signaux, qui seront en ondes amorties, comprendra des appels pendant une demi-minute, un silence de quelques secondes et un top à la minute franche. Il sera donné un signal 5 minutes avant l'heure prévue pour chaque explosion, et quatre autres après l'explosion, de 5 en 5 minutes.

Les personnes qui feront des observations sont priées de bien vouloir, outre l'usage qu'elles feraient personnellement de leurs résultats, communiquer ces résultats, en franchise, à l'adresse suivante : M. le Ministre de l'Instruction Publique, Institut de Physique du Globe, 176, rue de l'Université, Paris.

Un article relatif à ces expériences et aux modes d'observation a paru dans *la Nature* du 22 mars 1924; l'Institut de Physique du Globe enverra un questionnaire aux personnes qui en feraient la demande à l'adresse ci-dessus.

Au sujet des amplificateurs à résistance. — Nous recevons la lettre suivante :

Monsieur,

« Dans le n° 22 de *l'Onde Electrique*, je lis, page 613, sous le titre : « De l'emploi de la réaction électrostatique pour les ondes courtes » :

« Dans un récent article, M. Lardry « préconisait la réaction électromagné- « tique, signalant que sur son poste il « n'avait pu accrocher par réaction élec- « trostatique au-dessous de 400 mètres.

« Au contraire, M. Bourciez nous « écrit qu'avec une réaction électro- « statique, il accroche depuis 150 « mètres jusqu'à 4.000 mètres, avec « une capacité de couplage de « 0,15/1.000 de µf. »

« Je basais mon affirmation, confirmée d'ailleurs par l'expérience, sur e raisonnement suivant :

« La figure 1 donne le schéma d'un amplificateur à résistances : r est l'équivalence de la résistance interne grille filament et de la résistance d'isolement, de même R_1 est l'équivalence de la résistance externe de plaque de la seconde lampe et de la résistance interne plaque - filament en parallèle sur la première; C_1, C_2, sont les capacités internes grille - filament et grille - plaque.

« Ceci étant et en calculant les impédances des circuits complexes

ainsi constitués, on trouve pour la première lampe une amplification

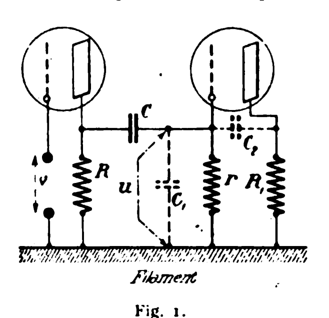


Fig. 1.

réelle $\frac{u}{v}$ qui décroît rapidement en dessous de 400 mètres

λ	100m	200	400	600	800	1 000	10 000
$\frac{u}{v}$	2	2	4	5	5	5	5,6
φ	45	42	40	40	39	35	10

« Peut-on espérer l'accroître par couplage entre la sortie et l'entrée de l'amplificateur ?

« Etudions les retards produits dans l'appareil. L'intensité plaque de la première lampe est en phase avec v. Si l'impédance de ce circuit se réduisait à la résistance ohmique R (80.000 ohms) la chute de tension V_a-V_b serait en phase avec v ; par suite, la variation de potentiel de la plaque serait déphasée de π sur v. Mais en réalité le circuit plaque a une impédance inférieure à R (10.000 ohms pour 100 mètres, 30.000 pour 1.000 mètres), et la chute de tension est en retard de φ sur r, donc sur v. Par suite, la variation de potentiel de plaque est en retard de π + φ sur v.

« L'impédance de la capacité C étant négligeable (100 ohms pour 100 mètres) devant l'impédance du circuit $C_1 r C_2 R_1$ (100.000 ohms pour 100 mètres), la tension de grille u est sensiblement en phase avec les variations de potentiel de plaque de la première lampe.

« Le courant plaque de la seconde lampe est en phase avec u, donc en retard de π + φ sur v. Ramenons cette oscillation sur la grille de la première lampe par un condensateur qui lui aussi crée un retard de $\frac{\pi}{2}$ dans la transmission des tensions : dans ces conditions, le retard total entrée - sortie - entrée est :

$$\psi = \varphi$$

pour adopter les notations de MM. Brillouin et Gutton. (*Onde Électrique*, t. I, pages 113 et 263).

« Le condensateur transmettant une fraction

$$\frac{K}{n}\left(\text{où } K = \frac{u}{v}\right),\ v_1 = \frac{K^2 v}{n}\ v_2 = K^3 \frac{v}{n^2} \dots$$

l'amplification totale sera représentée par la résultante V (fig. 2). Lorsque λ est grande, ψ est petit, K grand, l'amplification totale est sensible. Au

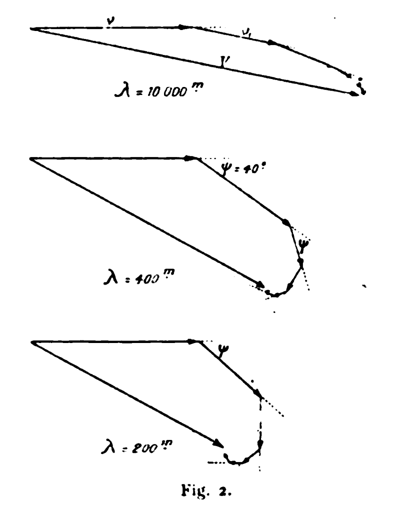


Fig. 2.

contraire lorsque λ diminue, ψ croît, K décroît et l'amplification peut diminuer ; le couplage dans ce cas est nuisible.

« K diminuant, on est conduit à faire croître la fonction $\frac{K}{n}$ en augmentant la capacité du compensateur, c'est alors une fuite importante qui fait tomber à zéro l'impédance R_1 du circuit plaque de la deuxième lampe.

ψ augmente, atteint ou dépasse $\frac{\pi}{2}$, ce qui bloque immédiatement l'amplification.

« Ces conclusions se sont trouvées vérifiées par mes essais qui m'ont montré que l'accrochage par compensateur devenait difficile au-dessous de 600 mètres, à cause de la grosse capacité nécessaire.

« En réactionnant par bobine intercalée dans le circuit plaque de la deuxième lampe, tout d'abord on augmente l'impédance de ce circuit et, par suite, on diminue ψ; ensuite on peut faire croître le rapport $\frac{K}{n}$ sans créer de fuite par capacité. Il est alors possible de descendre très bas avec un assez bon rendement. Cependant tout accrochage disparaissait brusquement au-dessous de 300 mètres dans l'appareil essayé et cela quelle que fût la valeur de la self de réaction, à ce moment ψ devait dépasser π.

« Dans le cas que cite M. Bourciez (accrochage à partir de 150 mètres avec très faible capacité), la réaction s'effectuait-elle sur deux ou plusieurs lampes? N'y avait-il pas dans l'appareil d'autres couplages que ceux que j'indique détruisant les capacités internes, en particulier un couplage magnétique entre l'entrée et la sortie? N'y avait-il pas dans le dernier circuit-plaque une forte self modifiant l'effet du compensateur?

« Il serait extrêmement intéressant pour mettre la question au point que tous les amateurs ayant travaillé l'amplificateur à résistances fassent connaître leurs résultats avec, et cela est très important, les anomalies existant dans leurs montages.

« Veuillez agréer, Monsieur, mes salutations bien distinguées.

« M. Lardry. »

Réception sur antenne apériodique. — Nous recevons la lettre suivante :

« Monsieur,

« Comme suite à l'article de M. Deloy, paru dans le n° 26 de *l'Onde Electrique* traitant de la réception sur antenne apériodique, je vous envoie ci-dessous les résultats que j'ai obtenus en utilisant le même principe et qui correspondent à ceux de M. Deloy, bien que sur des longueurs d'ondes plus grandes.

« Le montage utilisé comporte : une antenne en T mise à la terre en travers d'une inductance de 48,2 μ H en fond de panier.

« Un secondaire comportant une inductance en fond de panier de 64,8 μ H et deux condensateurs variables en parallèle.

« Cette valeur de l'inductance secondaire permet de couvrir avec un bon rendement les ondes utilisées pour les radioconcerts, 305 à 500 mètres.

« Si l'on accorde le primaire à l'aide d'un condensateur, le réglage se trouve un peu plus compliqué et, malgré cet accord précis, le brouillage est tout aussi gênant qu'avec le montage à primaire non accordé. En outre en travaillant avec le primaire accordé l'intensité de réception est plus faible qu'avec le primaire apériodique.

« Ces résultats ont été obtenus sur les postes de Broadcasting Anglais-Belges-P. T. T. et Berlin (420 mètres); c'est d'ailleurs avec ce montage que nous avons entendu les postes radiophoniques de New-York et des environs sur une lampe.

« Comme conclusion nous pouvons donc dire qu'une antenne fonctionnant en apériodique donne des résultats aussi bons sinon meilleurs qu'avec le montage à antenne accordée; tout au moins pour la réception des ondes courtes jusque 500 mètres.

« Veuillez agréer, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

« R. de Marsac. »

Au sujet d'une triode modulatrice située dans le circuit grille-filament d'une triode émettrice. — Nous recevons la lettre suivante :

« Je viens de lire la lettre de M. Beauvais parue dans *l'Onde Electrique*, p. 126.

« La question du mérite personnel



de M. Beauvais est, comme toujours sous ma plume, hors de cause.

« Je ne puis néanmoins admettre que M. Beauvais n'accepte qu'avec des réserves un détail parfaitement précis de la description de mon brevet n° 502.722.

« Si l'invention en discussion peut s'exprimer en une phrase, ceci ne fait qu'en démontrer la simplicité ; si j'ai justement « glissé » cette phrase dans un de mes brevets deux ans environ avant que M. Beauvais déposât le sien, c'est que j'ai su faire une heureuse anticipation.

« Je reproduis donc la phrase de mon brevet du 15 février 1916 en ce qu'elle précise l'intercalation d'une lampe modulatrice auxiliaire sans pile-plaque dans le circuit grille-filament de la lampe oscillante :

« Dans le montage que nous venons
« de décrire, on pourrait encore placer
« la lampe en série dans le circuit
« grille-filament qui serait alors cons-
« titué de la façon suivante : grille,
« bobine grille, lampe, filament. »

« On ne saurait mieux spécifier le schéma en discussion.

« Je ne me suis, bien entendu, interdit aucun sens de connection ou d'intercalation de la lampe modulatrice dans le circuit grille-filament de la lampe oscillante, et mon brevet se suffit à lui-même sur ce point.

« Je ne vois pas, d'ailleurs, pourquoi M. Beauvais voudrait m'obliger à répéter une erreur de dessin qu'il aurait découverte dans un brevet de Forest que je ne connais pas. Au plus tard à la date du dépôt du brevet de M. Beauvais, *tous* les techniciens en lampes à trois électrodes connaissaient le sens du courant-grille, *et l'un quelconque d'entre eux* aurait mis, dans le schéma que j'avais décrit, la lampe modulatrice suivant le sens adéquat.

« Il y a plus : en exécutant le schéma comme exactement indiqué par ma phrase, la capacité aux bornes de la lampe modulatrice, *éventuellement* envisagée par M. Beauvais, est réalisée automatiquement par la capacité entre les sources de chauffage distinctes de la lampe modulatrice et de la lampe oscillante ainsi que par la capacité de l'enroulement du transformateur à basse fréquence qui attaque la grille de la lampe modulatrice.

« En résumé, *toute théorie mise de côté*, il arrive qu'on exécute le schéma de modulation de la Tour Eiffel sur la base de mon brevet n° 502.722. Je ne crois pas que le commandant Jullien ait voulu dire autre chose.

« Au point de vue théorique, M. Beauvais ne tient pas assez compte que mon brevet a été déposé près de deux ans avant le sien. Le but essentiel de M. Beauvais est resté encore, dans le fond, identique au mien ; remplacer par une lampe sans pile plaque un microphone à grande résistance difficilement réalisable.

« J'espère que la recherche d'antériorités la plus fouillée ne fera pas oublier, à M. Beauvais, ma contribution à cet égard.

« Veuillez agréer, Monsieur, mes salutations distinguées,

« Marius LATOUR. »

Demande d'emploi

Ex-Quartier Maître, chef de poste radio, possédant de bonnes connaissances techniques, cherche un emploi dans une maison de Paris ou de la banlieue, construisant des appareils émetteurs ou récepteurs de T. S. F. — Charles Brenner, à Pecqueuse, par Limours (Seine-et-Oise.)

Jeune homme libéré du service militaire (8e génie), ex-radio de bord, possédant de bonnes connaissances techniques pour installations électriques et radioélectriques, désire un emploi chez un constructeur ou installateur spécialisé T. S. F. Excellentes références. S. Maury, 8, boulevard Jules-Ferry, Paris (XIe).

A céder.

Affaire T. S. F. brevets, marques connues, atelier et magasin centre. Ecrire : Marcel Chevau, 32, rue Guyot, Paris (VIIe).



UN NOUVEAU RADIOGONIOMÈTRE AVEC LEVÉE DU DOUTE (¹)

Par E. BELLINI, docteur ès sciences.

Avant de vous décrire ce nouvel appareil, permettez-moi de rappeler quelques principes généraux nécessaires pour la clarté du sujet.

Généralités. — Les aériens dirigés pratiquement employés sont des aériens « bilatéraux », c'est-à-dire des aériens qui reçoivent également dans deux sens à 180° l'un de l'autre. Le cadre Blondel (²) est le prototype de cette classe d'aériens. Le diagramme de l'intensité du courant dans un cadre Blondel récepteur, en fonction de l'angle φ formé par le plan du cadre avec le rayon électromagnétique, est représenté par deux circonférences égales et tangentes. L'équation de ce diagramme est $\rho = \rho_0 \cos \varphi$: les deux circonférences ont phases ou signes opposés.

Vous savez quel emploi intense a été fait de ces cadres pendant la guerre. Un cadre Blondel, tournant autour d'un axe vertical, convenablement relié à un appareil amplificateur-récepteur permet de déterminer la direction d'intensité minimum ou nulle. La direction du poste émetteur sera à angle droit avec le plan du cadre dans la direction du minimum. Ce cadre nous donne l'orientation du plan vertical passant par le poste émetteur, mais ne nous donne pas le sens de ce poste. Supposons dans un cas particulier qu'on ait trouvé le poste émetteur dans le plan nord-sud. Le cadre Blondel ne pourra pas nous dire si ce poste se trouve au nord ou au sud. C'est pour lever ce doute qu'on a pensé de réaliser des systèmes avec « levée du doute » ou systèmes « unilatéraux ».

Dans certains cas il peut être très utile de connaître le sens d'un poste. En voici deux exemples caractéristiques :

1° Supposez les bateaux d'une escadre dispersés tout autour du bateau amiral, mais au delà des limites de visibilité. Ce dernier leur radiotélégraphie de se rapprocher. Les radiogoniomètres des différents bateaux leur fourniront bien les directions du bateau amiral, mais ils seront incapables de leur indiquer dans quel sens ils devront suivre ces directions pour rallier le bateau amiral;

2° Supposez un bateau qui navigue par temps de brume. A un

(¹) Conférence faite à la réunion du 29 mars 1924.
(²) Brevet belge n° 163 516/1902 et brevet anglais n° 11 427/1903.



certain moment son radiogoniomètre lui indique qu'un autre bateau se trouve juste dans son axe. Il serait d'une utilité extrême de savoir si ce dernier se trouve devant ou derrière. Un radiogoniomètre avec levée du doute peut le lui indiquer.

La première idée des systèmes avec levée du doute remonte aux premiers temps de la télégraphie sans fil. Plusieurs chercheurs avaient tenté d'employer des miroirs paraboliques tournants pour déterminer la direction et le sens d'un poste émetteur. Ces essais ne donnèrent pas de résultats et furent abandonnés. Ces derniers temps ils ont été repris avec beaucoup de succès par l'emploi d'ondes très courtes par MM. Marconi et Franklin.

M. Blondel [1] imagina en 1899 un aérien unilatéral très intéressant constitué par deux antennes verticales parcourues par des courants égaux, différant en phase d'un angle tel que le rayonnement dans un sens soit nul. Ce système s'est heurté à des difficultés de réalisation qui, jusqu'à maintenant, n'ont pu être vaincues.

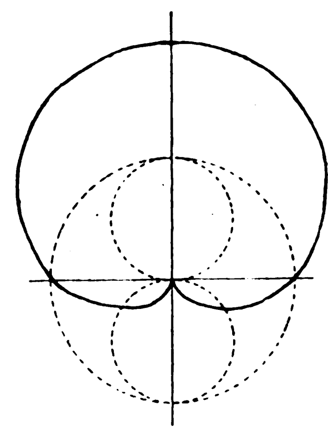


Fig. 1.

Je rappellerai simplement l'antenne coudée de Marconi et l'antenne Beverage, lesquelles ou donnent une dirigeabilité insuffisante ou ne sont applicables que dans un nombre restreint de cas pratiques.

Systèmes unilatéraux. — Le premier système unilatéral qui ait donné des résultats fut imaginé en 1907, par M. le commandant Tosi et par moi-même [2]. Permettez-moi de profiter de l'occasion de cette

---

[1] *Loc. cit.*

[2] Brevet français n° 387 933, du 7 mars 1908; brevet anglais n° 4801, du 24 février 1909; brevet Etats-Unis n° 948 086, du 2 mars 1909; *Proceedings of the*

conférence pour revendiquer la paternité de ce dispositif qu'on a dernièrement tenté de nous enlever ([1]) (appendice n° 1).

Ce système consiste à superposer à l'action du cadre ou de l'antenne dirigée l'action d'une antenne verticale disposée dans l'axe du premier. Graphiquement, ce système revient à superposer un diagramme circulaire à un diagramme en forme de 8 (fig. 1). La condition la plus favorable est obtenue quand ces diagrammes ont mêmes amplitudes et phases coïncidentes ou opposées. Le diagramme

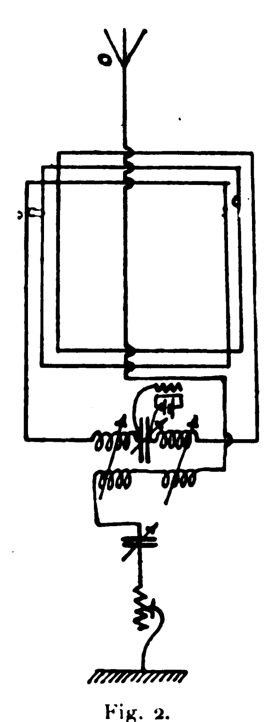


Fig. 2.

résultant a la forme d'une cardioïde. Si on fait tourner le cadre, théoriquement le maximum indiquera la direction et le sens du poste émetteur.

Un développement analytique très simple que j'ai donné en 1908 ([2]) montre que les courants dans le cadre et dans l'antenne verticale, tous les deux supposés accordés, diffèrent en phase de 90°. Physi-

---

Physical Society of London, vol. XXI; *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, décembre 1908; *Philosophical Magazine*, octobre 1908.

([1]) Greenleaf Pickard. Static Elimination by Directional Reception. *Inst. Radio Eng.* 8, pp. 358-394, octobre 1920.

([2]) *Phil. Mag., loc. cit.*

quement, l'explication en est très simple. En effet, la force électromotrice induite dans l'antenne verticale par le champ magnétique est maximum quand ce champ est lui-même maximum, tandis que la force électromotrice induite dans un cadre par le champ magnétique est maximum quand la variation du flux est maximum, c'est-à-dire quand le champ est nul. Si l'antenne et le cadre sont accordés, leurs courants seront en phase avec les forces électromotrices respectives : les deux courants seront donc eux aussi en quadrature. Par conséquent, pour combiner ces deux courants afin d'obtenir un système avec levée du doute, il faut d'abord changer de 90° la phase d'un de ces courants.

Le procédé le plus simple est celui représenté par la figure 2. L'antenne verticale agit par induction sur le cadre : l'amplificateur est dérivé aux armatures du condensateur du cadre. En faisant varier le degré de couplage on peut faire varier le rapport des amplitudes jusqu'à obtenir une compensation parfaite. Ce système est toutefois d'un réglage assez délicat et assez long : il faut surtout se garder de trop coupler pour éviter les phénomènes des deux fréquences propres de l'ensemble des deux circuits.

Un système analogue a été employé par la Compagnie Marconi pour superposer l'action de l'antenne verticale à celle d'un radiogoniomètre Bellini-Tosi [1].

Il est facile de se rendre compte des imperfections de compensation et des phases des courants dans le cadre et dans l'antenne. Le rayon vecteur du diagramme aura comme valeur générale

$$= \sqrt{I_j^2 + I_c^2 \cos^2 \varphi + 2 I_j I_c \cos \alpha \cos \varphi}$$

α, différence des phases.

Les figures 3, 4, 5 et 6 montrent quelques formes que les diagrammes peuvent prendre.

Ce n'est pas toujours facile d'obtenir la cardioïde. En voici la raison principale :

Tous les raisonnements que nous avons faits jusqu'ici présupposent que l'état de régime des courants est atteint. Mais avant et après l'état de régime, il y a des états transitoires.

Quand les ondes commencent à arriver, des courants s'établissent dans l'antenne verticale et dans le cadre. Ces courants augmentent progressivement jusqu'à atteindre leurs valeurs de régime. Mais ces augmentations ne se font pas, en général, avec la même vitesse à

(1) Keen. Direction and Position Fielding by Wireless.

cause des constantes de temps différentes des deux circuits. Pendant cet état transitoire il n'y aura pas, en général, de compensation.

De manière analogue, quand les ondes cessent de parvenir, les courants dans l'antenne et dans le cadre ne s'amortiront pas en

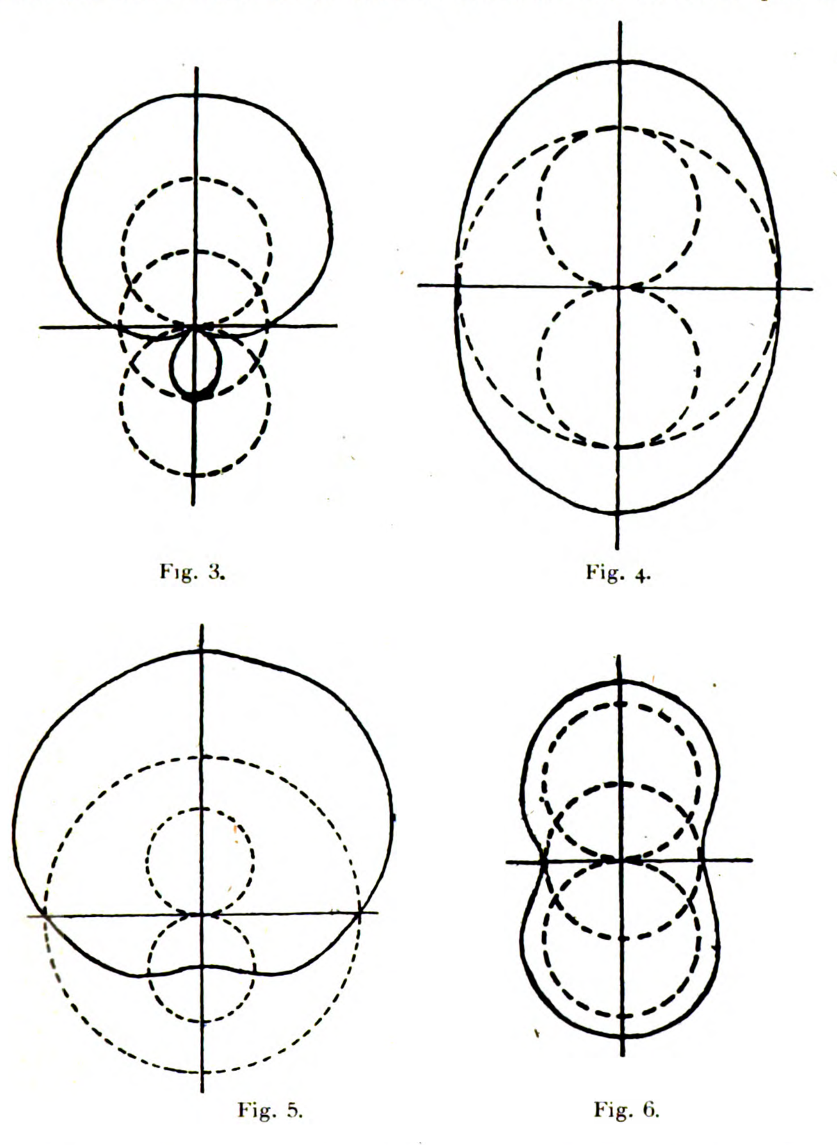


Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 5. Fig. 6.

général avec la même vitesse à cause des amortissements différents des deux circuits : d'où aussi impossibilité de compensation. Il est donc tout à fait normal qu'on n'arrive pas en général à obtenir la

cardioïde. On y arrive parfaitement si l'on prend soin de rendre égaux les amortissements des deux circuits.

Aujourd'hui ce système est employé avec beaucoup de succès pour se défendre contre les parasites qui proviennent de la direction diamétralement opposée à celle du poste que l'on reçoit.

Une variante de ce système est celle dans laquelle l'antenne verticale est apériodique. Les schémas sont à peu près les mêmes que précédemment, sauf l'insertion d'une résistance très élevée dans l'antenne verticale.

Une autre variante est celle dans laquelle l'antenne verticale est désaccordée, mais non apériodique. Les schémas dans ce cas doivent être forcément différents des précédents pour tenir compte que le courant dans l'antenne verticale est déphasé d'environ 90° vis-à-vis de la force électromotrice.

Une troisième variante, très intéressante, est celle qui consiste à

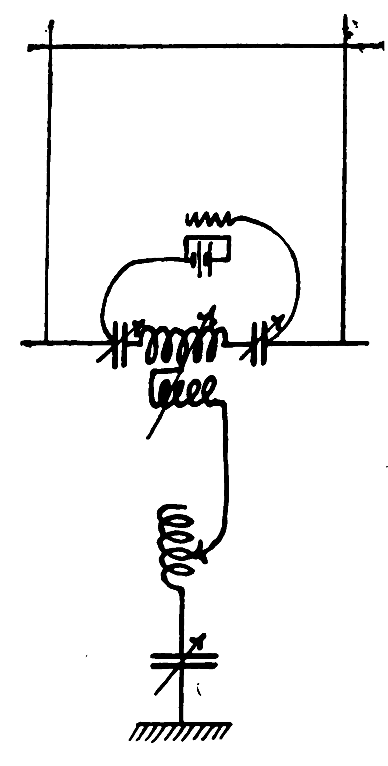


Fig. 7.

se servir du cadre lui-même comme antenne verticale. La figure 7 montre un des schémas employés dans ce cas.

Effet vertical des cadres. — Occupons-nous maintenant de l'effet vertical des cadres.

Un cadre pendant qu'il fonctionne comme cadre tend aussi à fonctionner comme antenne verticale. En effet, un cadre peut être considéré comme une antenne verticale à contrepoids, la capacité du sommet du cadre correspondant à celle du sommet de l'antenne verticale et la capacité entre la base du cadre, les appareils connectés et la terre correspondant à la capacité entre le contrepoids et la terre. Cette condition de choses peut être représentée par la figure 8. Les capacités des condensateurs *c* et C sont en général différentes. Le sommet du cadre prend un certain potentiel oscillatoire : les courants

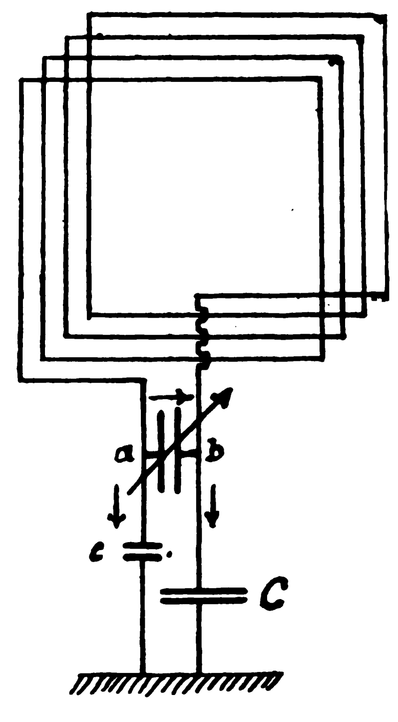


Fig. 8.

à travers *c* et C seront donc en général différents : le courant vertical passera en partie de *a* à la terre à travers *c*, en partie de *b* à la terre à travers C et en partie de *a* à *b* à travers le condensateur variable. Cette fraction du courant vertical qui passe à travers le condensateur d'accord produit entre les armatures de ce condensateur une différence de potentiel de sens constant et de valeur indépendante de

cardioïde. On y arrive parfaitement si l'on prend soin de rendre égaux les amortissements des deux circuits.

Aujourd'hui ce système est employé avec beaucoup de succès pour se défendre contre les parasites qui proviennent de la direction diamétralement opposée à celle du poste que l'on reçoit.

Une variante de ce système est celle dans laquelle l'antenne verticale est apériodique. Les schémas sont à peu près les mêmes que précédemment, sauf l'insertion d'une résistance très élevée dans l'antenne verticale.

Une autre variante est celle dans laquelle l'antenne verticale est désaccordée, mais non apériodique. Les schémas dans ce cas doivent être forcément différents des précédents pour tenir compte que le courant dans l'antenne verticale est déphasé d'environ 90° vis-à-vis de la force électromotrice.

Une troisième variante, très intéressante, est celle qui consiste à

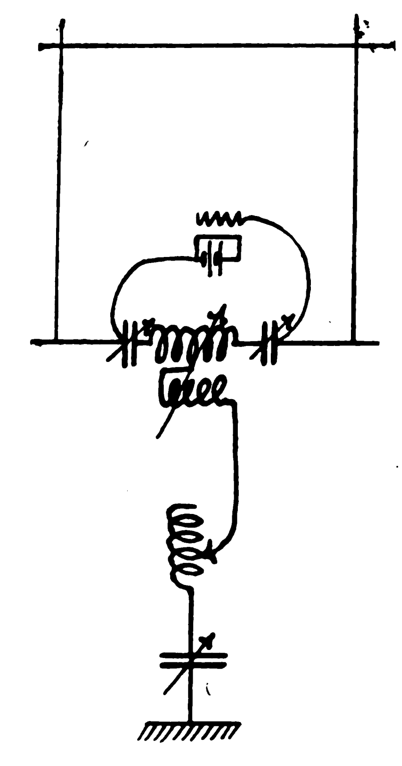


Fig. 7.

se servir du cadre lui-même comme antenne verticale. La figure 7 montre un des schémas employés dans ce cas.

Effet vertical des cadres. — Occupons-nous maintenant de l'effet vertical des cadres.

Un cadre pendant qu'il fonctionne comme cadre tend aussi à fonctionner comme antenne verticale. En effet, un cadre peut être considéré comme une antenne verticale à contrepoids, la capacité du sommet du cadre correspondant à celle du sommet de l'antenne verticale et la capacité entre la base du cadre, les appareils connectés et la terre correspondant à la capacité entre le contrepoids et la terre. Cette condition de choses peut être représentée par la figure 8. Les capacités des condensateurs *c* et C sont en général différentes. Le sommet du cadre prend un certain potentiel oscillatoire : les courants

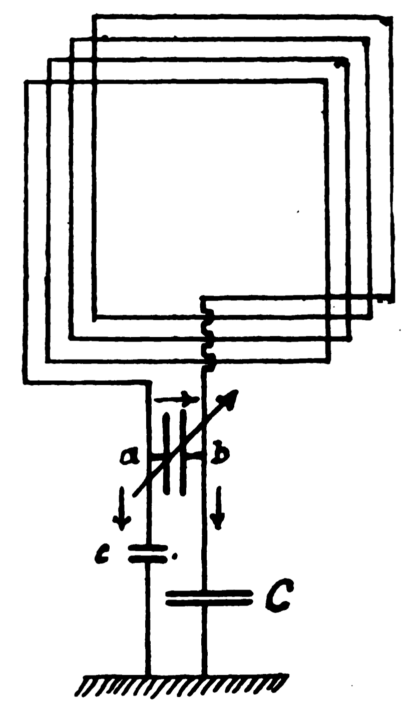


Fig. 8.

à travers *c* et C seront donc en général différents : le courant vertical passera en partie de *a* à la terre à travers *c*, en partie de *b* à la terre à travers C et en partie de *a* à *b* à travers le condensateur variable. Cette fraction du courant vertical qui passe à travers le condensateur d'accord produit entre les armatures de ce condensateur une différence de potentiel de sens constant et de valeur indépendante de

cardioïde. On y arrive parfaitement si l'on prend soin de rendre égaux les amortissements des deux circuits.

Aujourd'hui ce système est employé avec beaucoup de succès pour se défendre contre les parasites qui proviennent de la direction diamétralement opposée à celle du poste que l'on reçoit.

Une variante de ce système est celle dans laquelle l'antenne verticale est apériodique. Les schémas sont à peu près les mêmes que précédemment, sauf l'insertion d'une résistance très élevée dans l'antenne verticale.

Une autre variante est celle dans laquelle l'antenne verticale est désaccordée, mais non apériodique. Les schémas dans ce cas doivent être forcément différents des précédents pour tenir compte que le courant dans l'antenne verticale est déphasé d'environ 90° vis-à-vis de la force électromotrice.

Une troisième variante, très intéressante, est celle qui consiste à

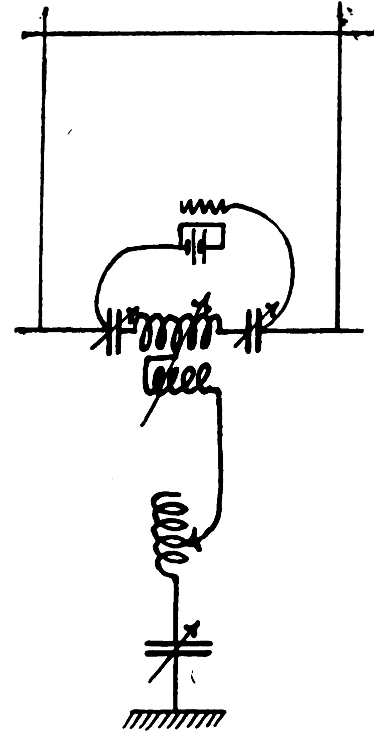


Fig. 7.

se servir du cadre lui-même comme antenne verticale. La figure 7 montre un des schémas employés dans ce cas.

Effet vertical des cadres. — Occupons-nous maintenant de l'effet vertical des cadres.

Un cadre pendant qu'il fonctionne comme cadre tend aussi à fonctionner comme antenne verticale. En effet, un cadre peut être considéré comme une antenne verticale à contrepoids, la capacité du sommet du cadre correspondant à celle du sommet de l'antenne verticale et la capacité entre la base du cadre, les appareils connectés et la terre correspondant à la capacité entre le contrepoids et la terre. Cette condition de choses peut être représentée par la figure 8. Les capacités des condensateurs *c* et C sont en général différentes. Le sommet du cadre prend un certain potentiel oscillatoire : les courants

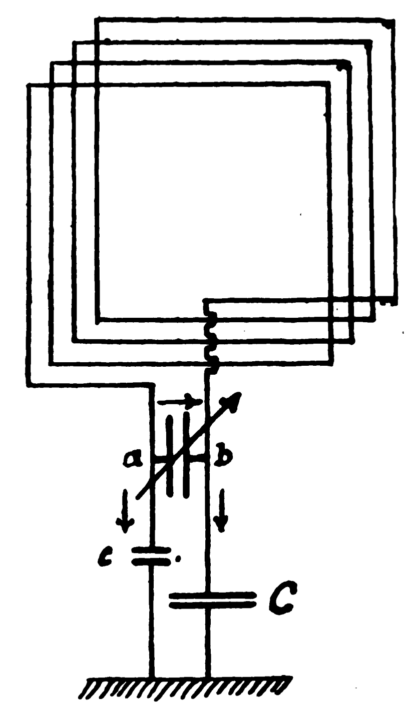


Fig. 8.

à travers *c* et C seront donc en général différents : le courant vertical passera en partie de *a* à la terre à travers *c*, en partie de *b* à la terre à travers C et en partie de *a* à *b* à travers le condensateur variable. Cette fraction du courant vertical qui passe à travers le condensateur d'accord produit entre les armatures de ce condensateur une différence de potentiel de sens constant et de valeur indépendante de

l'orientation du cadre : cette différence de potentiel se superpose à la différence de potentiel dirigée : les zéros se perdent, les minima deviennent flous et ne sont plus à 180° l'un de l'autre : le diagramme prend la forme générale représentée par la figure 9. Mais il faut

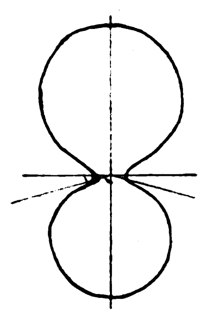


Fig. 9.

remarquer que cette différence de potentiel « verticale » est presque toujours très faible en valeur absolue, parce qu'elle est engendrée par une fraction du courant vertical, qui est lui-même très faible parce que le cadre « vertical » n'est pas accordé et parce que le condensateur variable a une capacité relativement élevée. Il faut supprimer cette action verticale pour obtenir des bons diagrammes et une détermination sûre des azimuts.

Deux méthodes ont été imaginées pour atteindre ce but : la méthode Mesny et la méthode de Bellescize.

La méthode Mesny consiste essentiellement à rendre égales les valeurs des deux capacités *c* et C.

La différence de ces deux capacités est due à la manière de connecter l'amplificateur. En effet, l'armature du condensateur variable reliée à la grille ne présente qu'une capacité minime par rapport à la terre, tandis que l'autre armature reliée à la batterie de chauffage présente une capacité relativement considérable. Le compensateur Mesny permet d'égaliser ces deux capacités. Cet appareil est en substance un petit condensateur à deux armatures fixes et une mobile. On relie cette dernière à la terre et les premières aux armatures du condensateur variable. En tournant l'armature mobile l'on augmente l'une des capacités et l'on diminue l'autre. Quand les deux capacités *c* et C sont rendues égales, on obtient des bons zéros.

Je me permets d'attirer votre attention sur le fait que le dispositif de M. Mesny ne supprime pas l'action verticale, ni les potentiels que cette action engendre aux armatures du condensateur variable, mais

il rend ces potentiels égaux, de manière que la différence de potentiel due à l'action verticale devient nulle.

Le but du dispositif de M. de Bellescize est de supprimer radicalement l'action verticale.

Supposez un cadre parfait, c'est-à-dire sans action verticale. Les potentiels le long du cadre se distribuent de façon à présenter des ventres aux armatures du condensateur variable et un nœud au point du milieu du cadre. Nous pourrons donc imaginer ce point relié à la terre sans rien changer aux conditions d'oscillation.

Supposez maintenant que vous ayez un mauvais cadre, c'est-à-dire un cadre présentant une action verticale. Cela veut dire que le point du milieu du cadre au lieu de se trouver au potentiel zéro se trouvera avoir un potentiel oscillatoire d'une certaine valeur. Pour rendre ce cadre bon, il nous suffira de forcer le point du milieu du cadre à rester toujours au potentiel zéro, ce que nous pourrons obtenir en reliant ce point à la terre par un conducteur n'ayant ni self ni résistance appréciables. C'est le dispositif de Bellescize.

En profitant de ces actions verticales des cadres, M. de Bellescize a imaginé en 1920 un système de levée du doute. Suivant ce système on exagère l'action verticale propre des cadres en le déséquilibrant le

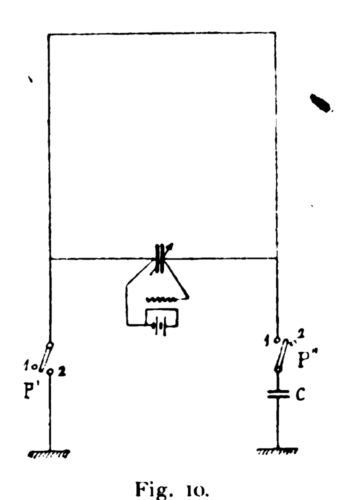


Fig. 10.

plus possible. La figure 10 montre un des schémas de ce dispositif. Les deux commutateurs P′ et P″ sont manœuvrés en même temps. Quand ils se trouvent sur les plots 1,1 le cadre est compensé par le condensateur C suivant la méthode Mesny. On cherche dans ces

conditions la direction du poste. Quand on met les commutateurs sur les plots 2,2 le cadre est complètement déséquilibré, car l'une des armatures du condensateur variable est à la terre tandis que l'autre est isolée. Le cadre étant accordé et le système vertical étant complètement désaccordé par construction, il s'ensuit que les deux courants seront presque exactement en phase ou en opposition de phases. La différence de potentiel aux armatures du condensateur variable aura donc une composante dirigée et une composante verticale. Les deux minima du diagramme résultant ne seront plus diamétralement opposés, mais se trouveront toujours du côté du poste émetteur ou dans le sens contraire et cela suivant les données de construction et le sens des connexions du cadre. Il suffira donc de relever une fois pour toutes ce sens. Alors avec le cadre déséquilibré on cherche ces minima qui lèveront donc l'incertitude de 180°.

On peut, au lieu d'équilibrer le cadre par l'insertion d'un condensateur, l'équilibrer par la mise à la terre de son point du milieu.

Nouvel appareil. — Maintenant passons au nouvel appareil.

L'an dernier, la Société Française Radioélectrique a bien voulu me confier l'étude d'un radiogoniomètre avec levée du doute, surtout en vue de son installation sur les bateaux. Cet appareil devait être simple, économique et sûr.

J'ai écarté d'emblée les systèmes à antenne verticale séparée, accordée, désaccordée ou apériodique, à cause de l'installation de cette antenne, difficile sur les bateaux, et des réglages plutôt longs et délicats nécessaires pour obtenir une bonne compensation.

Je me suis donc arrêté au système utilisant le cadre lui-même comme antenne verticale et je me suis laissé guider par l'expérience qui m'avait montré que, sauf dans des cas extraordinaires, l'action verticale d'un cadre, quoique très gênante pour l'obtention de bons zéros, est toutefois très faible vis-à-vis de celle du cadre. Considérez que le cadre, quoique ayant une hauteur effective très faible, présente une très faible résistance, ce qui permet d'obtenir entre les armatures du condensateur variable une différence de potentiel très élevée. Le cadre fonctionnant en antenne verticale présente, il est vrai, une hauteur effective beaucoup plus grande que le cadre proprement dit, mais étant complètement désaccordé, le courant qui le traverse est extrêmement faible. L'amplificateur est régulièrement placé entre les armatures du condensateur. Ce n'est pas tout le courant vertical qui passe par ce condensateur, mais seulement une fraction. En plus le condensateur variable a une valeur relativement élevée. La différence

de potentiel « verticale » entre les armatures de ce condensateur doit donc être très faible.

Pour exalter l'action du courant vertical il faut avant tout augmenter son intensité, ce qu'on peut obtenir en reliant à la terre

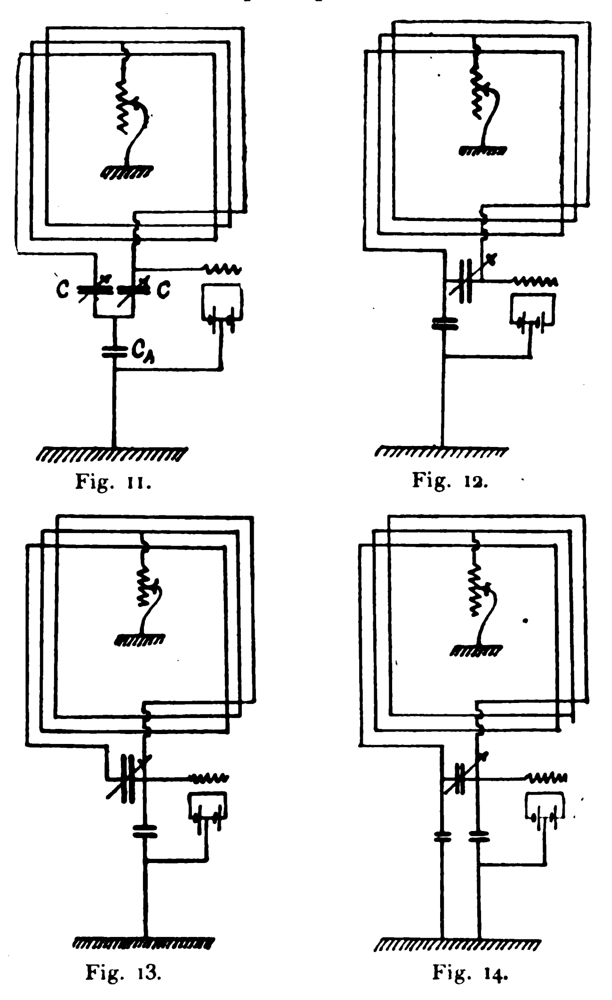


Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 13. Fig. 14.

la base du cadre, soit par un condensateur de grande capacité, soit par une self. Cette dernière présente le grave inconvénient de rapprocher l'antenne verticale de la condition de résonance, ce qu'il faut éviter coûte que coûte. Ensuite, il faut faire passer ce courant à travers un organe capable de transformer les variations du courant en variations de potentiel de valeurs aussi grandes que possible. Je me suis donc arrêté au schéma de la figure 11. Faisons pour le

moment abstraction de la résistance qui relie le centre du cadre à la terre et supposons-la infinie. Les condensateurs CC, variables et égaux, servent à accorder le cadre. Le courant vertical passe par ces deux condensateurs en proportions égales, tout étant symétrique, et par le petit condensateur C_A, fixe et ayant une valeur convenable pour que le courant vertical y engendre la différence de potentiel maximum possible. Pour l'appareil dont nous parlerons ensuite ce condensateur a une valeur de 0,00015 μF. L'amplificateur est connecté entre une des armatures extérieures d'un des condensateurs variables et l'armature du condensateur fixe qui est reliée à la terre. De cette façon, l'amplificateur est soumis à la différence de potentiel résultante de celle du cadre proprement dit et de celle du cadre fonctionnant en antenne verticale. Ces deux différences de potentiel sont sensiblement en phase ou en opposition de phases.

Mais l'action verticale peut être forte en comparaison de l'action dirigée. Pour doser l'action verticale j'ai connecté à la terre le point du milieu du cadre par l'intermédiaire d'un rhéostat. L'idée qui m'a guidé a été la suivante.

Si le centre du cadre est isolé, l'action verticale est maximum; s'il est relié à la terre, l'action verticale est nulle. Pour donner donc à l'action verticale une valeur intermédiaire il fallait trouver un moyen de relier plus ou moins à la terre le centre du cadre. Un rhéostat variable inséré dans la connection à la terre pouvait remplir ce rôle.

La théorie de ce dispositif est donnée à l'appendice n° 2. Elle montre que pour avoir une compensation parfaite il faut que la résistance du cadre et la résistance de mise à la terre aient des valeurs bien déterminées, fonctions de la longueur d'onde. Et précisément :

$$R = \frac{d}{v}\frac{E_0}{E_B}\frac{C_A + C_B}{2CC_B} \qquad R_B = 4\frac{1}{\omega^2 C_A}\frac{v}{d}\frac{E_B}{E_0}\frac{C}{C_A + C_B}$$

R résistance du cadre;
R_B résistance de mise à la terre;
d largeur du cadre;
v vitesse de la lumière;
E_0 amplitude de la force électromotrice dans un des fils du cadre;
E_B amplitude de la force électromotrice dans l'antenne verticale;
C capacité d'un des condensateurs variables;
C_A capacité du petit condensateur fixe;
C_B capacité terminale du cadre « vertical ».

Théoriquement donc R devrait être presque nul et R_B presque

infini. Mais comme dans toute théorie on n'a pas pu prendre en considération toutes les conditions, il faut surtout remarquer qu'on n'a pas tenu compte de la réaction du courant vertical sur le champ électromagnétique, réaction dont on ne sait pas tenir compte, sauf par la méthode imparfaite de l'hypothétique résistance de rayonnement, réaction qui doit être assez considérable, étant donné que ce courant avance d'un quart de période sur la force électromotrice.

Il faut donc se servir de la théorie comme d'un indicateur de la voie à suivre pour obtenir des résultats pratiques.

Or, la pratique démontre que pour obtenir une bonne levée du doute il faut donner à la résistance de mise à la terre une valeur déterminée, assez grande, mais pas extrêmement grande et que cette valeur peut dans certaines conditions être relativement assez faible.

Le schéma considéré présente au point de vue pratique l'inconvénient de comporter deux condensateurs variables égaux, montés sur le même axe ou reliés par des engrenages à rattrapage de jeu. Ces dispositifs sont très coûteux. On a donc pensé à supprimer un des condensateurs variables et on a adopté l'un des schémas des figures 12, 13 et 14. Les résultats sont comparables à ceux du montage primitif.

Résultats. — Pour vous rendre compte des résultats qu'on obtient, je vais vous montrer deux diagrammes (fig. 15 et 16) obtenus avec le montage de la figure 12 : ils ont été obtenus par la méthode simple, mais barbare, du condensateur shunté. Vous voyez que la levée du doute est très nette. Le premier a été obtenu sur une émission entretenue modulée sur 600 mètres faite à Levallois-Perret; le second sur le premier harmonique de l'émission amortie de la Tour Eiffel. On a choisi le premier harmonique parce que l'appareil ne permettait pas de s'accorder sur l'onde fondamentale de 2600 mètres.

Un point sur lequel je désirerai attirer votre attention est celui qui concerne la différence de potentiel agissant sur l'amplificateur, quand on utilise le cadre sans action verticale. Cette différence de potentiel semble devoir être la moitié de celle utilisée quand on relie comme d'habitude l'amplificateur aux deux armatures du condensateur variable. En pratique on a, toutefois, obtenu des portées si considérables qu'on est à se demander si on n'a pas affaire en même temps à un autre phénomène qui compenserait la diminution de la différence de potentiel agissante. On peut certainement admettre que l'amplificateur branché entre le centre du cadre et une des armatures du condensateur amortit moins le cadre que quand il est branché

entre les deux armatures. D'après certaines expériences récentes on obtiendrait même une sensibilité plus grande dans le premier cas que dans le second (1).

Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins vrai que la portée du nouvel appareil est comparable à celle d'un cadre avec les connexions habituelles.

Un autre point que je voudrais faire remarquer est celui de la connexion de l'amplificateur à la terre. Vous avez pu remarquer dans les schémas précédents que j'ai connecté à la terre le point de

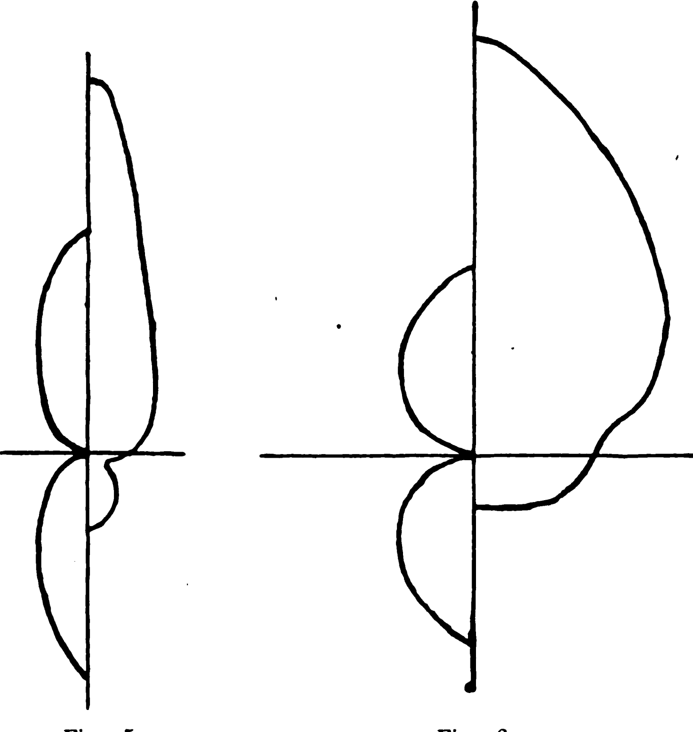


Fig. 15. Fig. 16.

milieu de la batterie de chauffage de 4 volts. Cette connexion m'a été suggérée par le fait que le point de l'amplificateur qui est naturellement à potentiel zéro est justement le point de milieu de la batterie de chauffage. J'ajouterai toutefois qu'il semble indifférent en pratique de relier à la terre le pôle négatif de la batterie.

(1) Medlam et Schwald. An Improvement in Frame Aerial Connections. *The Wireless World*, 27 février 1924, pp. 669-673.

L'appareil construit par la Société Française Radioélectrique est représenté par la figure 17. Son schéma est celui de la figure 12. Le cadre employé est le cadre normal de cette Compagnie, constitué par

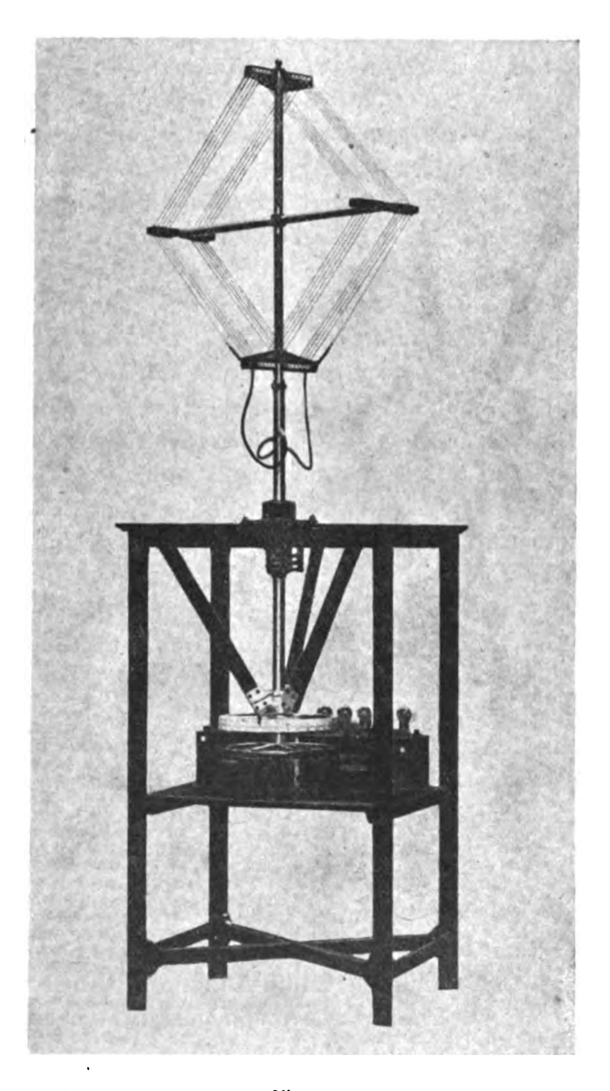


Fig. 17.

dix spires carrées de 70 cm de côté, la distance entre les spires étant de 15 mm. L'enroulement du cadre est supporté par un croisillon en laiton, haubanné à sa partie supérieure par l'intermédiaire d'un coussinet à rotule. Les connexions des extrémités et du centre du cadre

passent à l'intérieur du tube-support et aboutissent à trois bagues situées sous le pont. Une boîte couvre-joint très largement prévue, empêche la pluie et les paquets de mer de rentrer dans la cabine. Deux coussinets à billes permettent la rotation du cadre. A la partie inférieure du tube-support sont adaptés un volant et un tambour largement et très visiblement gradué. Immédiatement au-dessus de ce tambour se trouve un autre coussinet à billes qu'on fixe au plafond au moyen de trois arcs-boutants en bois. L'index est fixé à ce coussinet. Le tambour vient se trouver à la hauteur des yeux. Le goniomètre peut donc être fixé même au-dessus du compas du bord. L'absence de parties en métal magnétique (à part les coussinets à billes dont l'effet est insignifiant) est essentiel dans ce cas. Sur les trois bagues frottent trois balais fixes qui, par des conducteurs câblés, sont reliés à la boîte de résonance et de levée du doute et à l'amplificateur. Celui-ci est l'amplificateur L4 de la Société Française Radioélectrique comportant trois lampes haute fréquence, une détectrice et une basse fréquence. Ces deux boîtes sont blindées. Cet appareil est destiné à recevoir les ondes amorties et la téléphonie entre 300 et 1 100 mètres de longueur d'onde. Un autre type pour des ondes entretenues entre 300 et 3000 mètres est actuellement à l'étude.

Cet appareil a permis de recevoir des postes ordinaires jusqu'à 750 milles en plein jour. La portée est donc plus que suffisante : elle est même excessive. Mais comme il faut tenir compte des conditions souvent défavorables on a cru opportun de pécher par excès plutôt que par défaut.

Les résultats fournis par cet appareil ont toujours été excellents.

A la fin de ce mois, il y aura plus de trente de ces nouveaux appareils en fonctionnement. Un nombre à peu près égal est en construction. Et il ne semble pas exagéré de penser que vers la fin de l'année une centaine de ces appareils pourront être en fonction. Ce qui me reste à souhaiter c'est que des radiophares puissent être rapidement installés.

Et pour terminer, permettez-moi de remercier la Société Française Radioélectrique, la Compagnie Radio-Maritime, leur personnel dans tous les rangs qui a été admirable d'abnégation et de courtoisie, les sociétés de Navigation, qui ont vu grand et large, la Société des Amis de la T. S. F. et son distingué président, qui m'ont fourni l'occasion de cette conférence, et enfin vous-mêmes, Mesdames et Messieurs, qui avez bien voulu m'accorder votre bienveillante attention.

E. Bellini.

Appendice n° 1

M. Pickard avait breveté le 10 juin 1907 [1], un dispositif pour utiliser en même temps la composante magnétique et la composante électrique du champ électromagnétique. Ce dispositif est représenté par la figure 18. L'idée, évidemment erronée, de M. Pickard était que le cadre proprement dit était influencé par la composante magnétique, tandis que le cadre fonctionnant en antenne verticale utilisait la composante électrique. Les deux courants agissent sur le détecteur par l'intermédiaire de deux circuits supplémentaires,

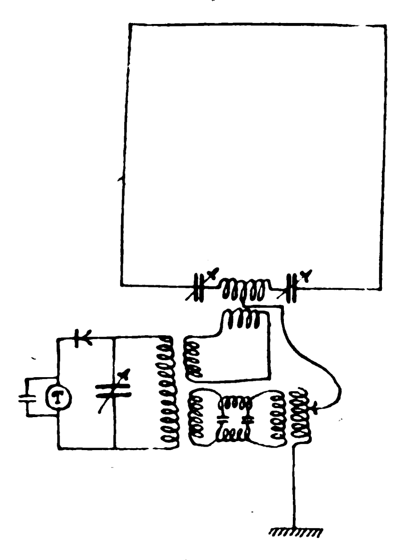


Fig. 18.

destinés à reporter en phase les deux actions. Aucune idée de dirigeabilité n'a présidé à la confection de ce dispositif : le mot « dirigeabilité » ou un mot analogue ne figure pas dans le texte du brevet, aucune idée d'égalité d'actions, aucune idée que les deux actions pouvaient se détruire dans un sens et s'ajouter dans le sens contraire. Pourtant c'est ce brevet que M. Pickard nous oppose pour nous priver du mérite d'avoir été les premiers à concevoir le système unilatéral en question. J'ajouterai même que M. Pickard, loin de supposer que les actions de l'antenne verticale et du cadre pouvaient s'ajouter ou se retrancher, a, au contraire, déclaré que les actions dans les deux sens devaient être égales et l'a prouvé par une expé-

[1] Brevet États-Unis, n° 876996.

rience, évidemment erronée. En effet, dans une lettre publiée par *The Electrical Review*, de New-York, en date du 15 février 1908, pages 262 et 263, M. Pickard a explicitement déclaré (page 263, 3e colonne, lignes 25 à 28) : This reversal produced no change whatsoever in the intensity of the response, when both primaries acted together upon the secondary.

Notre point de vue a, du reste, été partagé par les examinateurs des brevets de tous les pays à examen, y compris les États-Unis.

Appendice n° 2

Considérons le cadre à une spire représenté par la figure 19.

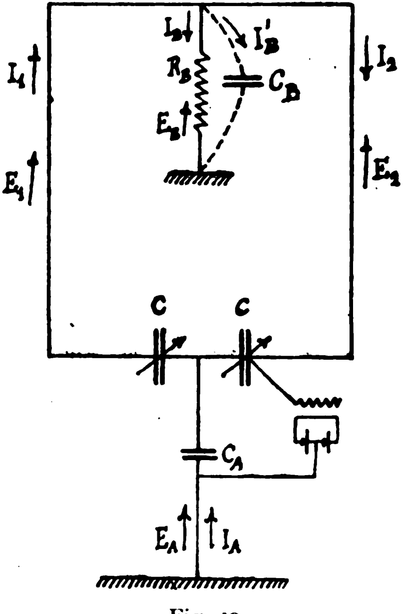


Fig. 19.

C_A représente la capacité à la terre de la base du cadre.

C_B représente la capacité à la terre de l'extrémité supérieure du cadre.

Considérons comme positifs les sens des forces électromotrices et des courants marqués sur la figure.

Nous pouvons écrire les cinq équations :

$$(1)\quad \left(j\omega L + R - \frac{j}{\omega C}\right) I_1 + j\omega M I_2 + R_B I_B - j\frac{I_A}{\omega C_A} = E_1 + E_A - E_B$$

$$(2)\quad \left(j\omega L + R - \frac{j}{\omega C}\right) I_2 + j\omega M I_1 - R_B I_B + j\frac{I_A}{\omega C_A} = -E_2 - E_A + E_B$$

(3) $$R_B I_B + j\frac{I_B'}{\omega C_B} = -E_B$$

(4) $$I_1 - I_2 - I_B - I_B' = 0$$

(5) $$I_A = I_B + I_B'.$$

En additionnant et en soustrayant (1) et (2) on obtient :

(6) $$\left[j\omega(L+M) + R - \frac{j}{\omega C}\right](I_1 + I_2) = E_1 - E_2$$

(7) $$\left[j\omega(L-M) + R - \frac{j}{\omega C}\right](I_1 - I_2) + 2R_B I_B - 2j\frac{I_A}{\omega C_A} =$$
$$= E_1 + E_2 + 2(E_A - E_B).$$

On a encore :

$$E_1 = E_0 \cos\left(\frac{\pi d}{\lambda}\cos\varphi\right) + j E_0 \sin\left(\frac{\pi d}{\lambda}\cos\varphi\right)$$
$$E_2 = E_0 \cos\left(\frac{\pi d}{\lambda}\cos\varphi\right) - j E_0 \sin\left(\frac{\pi d}{\lambda}\cos\varphi\right)$$

où :
E_0 représente l'amplitude de la force électromotrice induite;
d la largeur du cadre;
λ la longueur d'onde;
φ l'angle que le plan en cadre forme avec le rayon électromagnétique.

Par addition et soustraction on obtient :

$$E_1 + E_2 = 2E_0 \cos\left(\frac{\pi d}{\lambda}\cos\varphi\right) \text{ et pratiquement } E_1 + E_2 = 2E_0$$
$$E_1 - E_2 = 2jE_0 \sin\left(\frac{\pi d}{\lambda}\cos\varphi\right) \text{ et pratiquement } E_1 - E_2 = 2j\frac{\pi d}{\lambda}E_0\cos\varphi.$$

On peut admettre que $E_A - E_B = 0$ et, par conséquent,

$$E_1 + E_2 + 2(E_A - E_B) = E_0.$$

Quand le cadre est réglé à la résonance

$$j\omega(L+M) - \frac{j}{\omega C} = 0$$

et

$$j\omega(L-M) - \frac{j}{\omega C} = -2j\omega M.$$

Les (6) et (7) deviennent ainsi :

(6') $$R(I_1 + I_2) = 2j\frac{\pi d}{\lambda}E_0\cos\varphi$$

et

(7') $$(R - 2j\omega M)(I_1 - I_2) + 2R_B I_B - 2j\frac{I_A}{\omega C_A} = 0.$$

***

De (3) et (5) on tire :

(8) $$I_B = -\frac{E_B}{R_B - \frac{j}{\omega C_B}} - j\frac{I_A}{\omega C_B\left(R_B - \frac{j}{\omega C_B}\right)}$$

De (4) et (5) on a :

(9) $$I_1 - I_2 = I_A.$$

En éliminant $I_1 - I_2$ et I_B entre 7′, 8 et 9 on obtient :

(10) $$\left[R - 2j\omega M - 2\frac{j}{\omega C_A} - 2j\frac{R_B}{\omega C_B\left(R_B - \frac{j}{\omega C_B}\right)}\right] I_A = \frac{2R_B E_B}{R_B - \frac{j}{\omega C_B}}$$

En éliminant I_1 entre (6′) et (9) on obtient :

(11) $$I_2 = -\frac{I_A}{2} + j\frac{\pi d}{\lambda R} E_0 \cos\varphi.$$

La différence de potentiel agissant sur l'amplificateur sera :

$$\Delta P = -\frac{j}{\omega C} I_2 + \frac{j}{\omega C} I_A.$$

En éliminant I_2 et I_A entre cette expression et les (10) et (11) on obtient :

(12) $$\Delta P = 2j\left(\frac{1}{C_A} + \frac{1}{2C}\right)\frac{C_B R_B E_B}{RR_B\omega C_B - 2\omega M - \frac{2}{\omega C_A} - j\left(2\omega^2 M R_B C_B + 2R_B\frac{C_B}{C_A} + R + 2R_B\right)} + \frac{\pi d}{\omega C R\lambda} E_0 \cos\varphi.$$

On voit que, quand $R_B = 0$ on a exclusivement la composante dirigeable. Afin que la composante verticale soit en phase (ou en opposition de phases) avec la composante dirigeable il faut que :

$$RR_B\omega C_B - 2\omega M - \frac{2}{\omega C_A} = 0;$$

d'où .

$$R_B = 2\frac{\omega M + \frac{1}{\omega C_A}}{\omega R C_B}.$$

Supposons cette condition satisfaite. Pour avoir la cardioïde il faut encore que :

$$\frac{2\left(\frac{1}{C_A} + \frac{1}{2C}\right) C_B R_B E_B}{\left(2\omega^2 M C_B + 2\frac{C_B}{C_A} + 2\right) R_B + R} = \frac{\pi d}{\omega C R\lambda} E_0.$$

En pratique R est négligeable vis-à-vis de R_B; la condition précédente devient :

$$\frac{\left(\frac{1}{C_A}+\frac{1}{2C}\right)C_B E_B}{\omega^2 M C_B + \frac{C_B}{C_A} + 1} = \frac{\pi d}{\omega C R \lambda} E_0 = \frac{d}{2vCR} E_0 \text{ (v, vitesse de la lumière).}$$

En pratique, $\omega^2 M C_B$ est négligeable vis-à-vis de 1; la condition précédente devient :

$$\frac{\frac{1}{C_A}+\frac{1}{2C}}{\frac{1}{C_A}+\frac{1}{C_B}} E_B = \frac{d}{2vCR} E_0.$$

En négligeant $\frac{1}{2C}$ vis-à-vis de $\frac{1}{C_A}$ on tire :

$$R = \frac{d}{v}\frac{E_0}{E_B}\frac{C_A + C_B}{2CC_B}.$$

En substituant cette valeur de R dans l'expression de R_B, celui-ci devient, en négligeant ωM vis-à-vis de $\frac{1}{\omega C_A}$

$$R_B = 4\frac{1}{\omega^2 C_A}\frac{v}{d}\frac{E_B}{E_0}\frac{C}{C_A + C_B}.$$

E. BELLINI.

ÉTUDE DE L'ÉVANOUISSEMENT SUR LES ONDES COURTES

Par M. LARDRY

Membre du Bureau de Coordination
des observations scientifiques d'amateurs (4e commission de l'U. R. S. I.).

Tout observateur faisant l'écoute d'ondes inférieures à 600 mètres peut constater que certaines émissions sont affectées d'une instabilité extraordinaire rendant parfois inintelligibles des textes tant téléphoniques que télégraphiques.

La cause exacte de ces variations nous est inconnue. Il est probable d'ailleurs qu'il n'y a pas une cause, mais des causes affectant l'émission, la propagation et la réception. Ce n'est que lorsque l'on possédera un très grand nombre de documents que, procédant par élimination, on aura quelque chance de découvrir l'origine de ces perturbations si nuisibles au bon renom de la téléphonie sans fil.

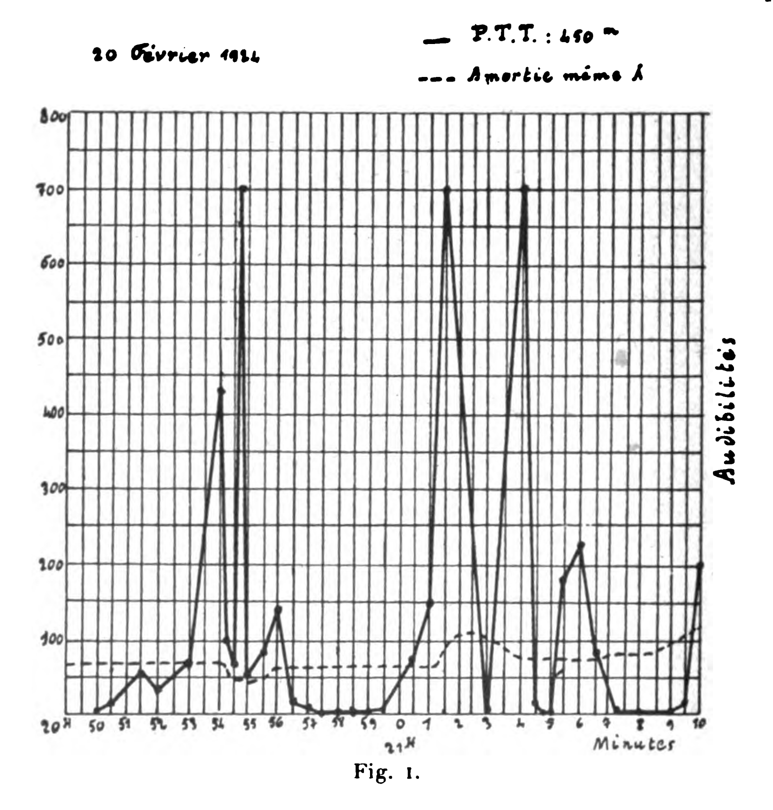


Fig. 1.

L'étude que je présente résume les premiers résultats de recherches effectuées depuis quelque temps sur les variations d'intensité de réception de certaines ondes. Les observations ont été faites au Mans. Il serait très utile, pour que l'on puisse en dégager des conclusions certaines, que ces études soient conduites simultanément sur les mêmes

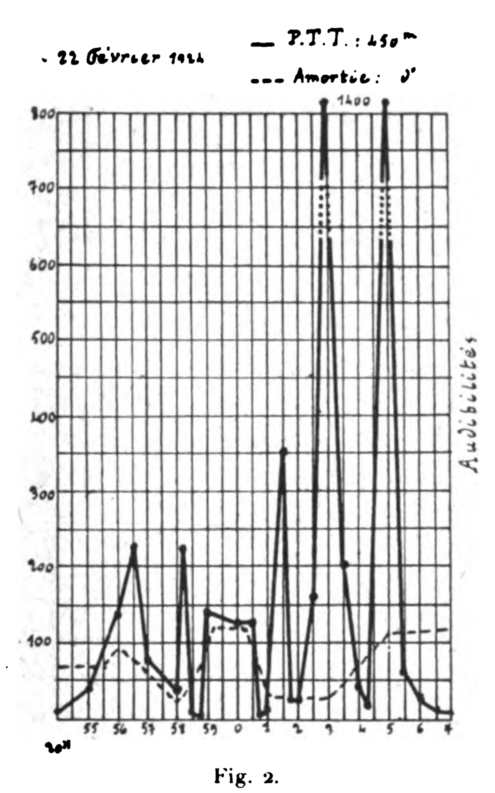


Fig. 2.

ondes en un très grand nombre de points. On pourrait ainsi tracer sur la carte la marche du phénomène et faire la part de la propagation et de la réception.

Voici tout d'abord quelques graphiques (fig. 1, 2, 3) choisis parmi les plus caractéristiques sur deux ondes. Ce ne sont pas à proprement parler des mesures, car les variations sont tellement rapides qu'il est impossible, à moins d'utiliser un dispositif oscillographique, d'évaluer l'intensité de réception. Ce sont plutôt des appréciations relatives relevées au téléphone shunté qu'avec l'habitude on arrive à manier avec rapidité et sûreté.

Tous les graphiques relevés sur les P. T. T. permettent de classer les variations en deux catégories très distinctes. La première (fig. 1)

ÉTUDE DE L'ÉVANOUISSEMENT SUR LES ONDES COURTES

Par M. LARDRY

Membre du Bureau de Coordination des observations scientifiques d'amateurs (4e commission de l'U. R. S. I.).

Tout observateur faisant l'écoute d'ondes inférieures à 600 mètres peut constater que certaines émissions sont affectées d'une instabilité extraordinaire rendant parfois inintelligibles des textes tant téléphoniques que télégraphiques.

La cause exacte de ces variations nous est inconnue. Il est pro-

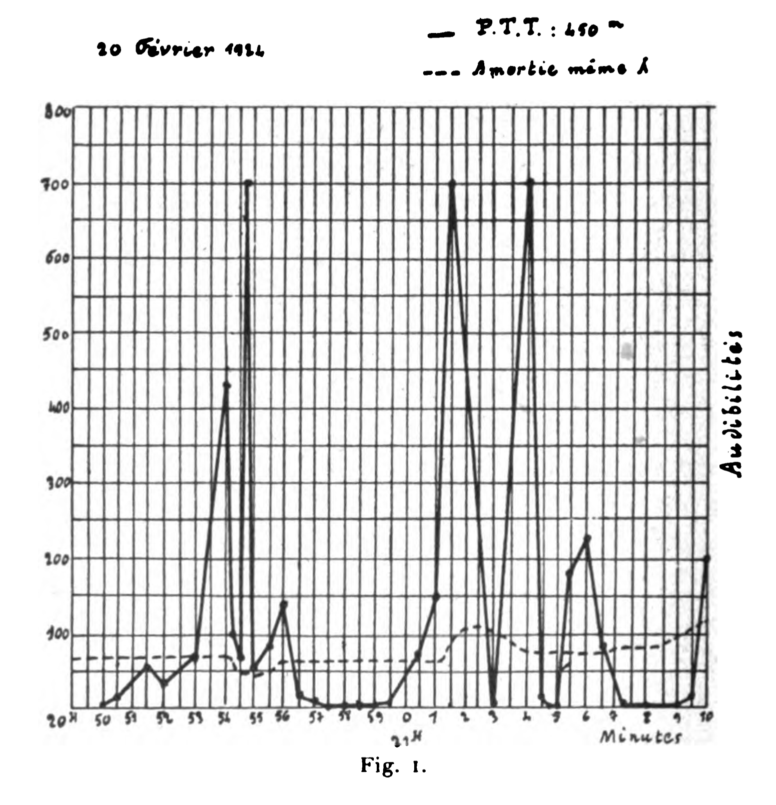


Fig. 1.

bable d'ailleurs qu'il n'y a pas une cause, mais des causes affectant l'émission, la propagation et la réception. Ce n'est que lorsque l'on possédera un très grand nombre de documents que, procédant par élimination, on aura quelque chance de découvrir l'origine de ces perturbations si nuisibles au bon renom de la téléphonie sans fil.

L'étude que je présente résume les premiers résultats de recherches effectuées depuis quelque temps sur les variations d'intensité de réception de certaines ondes. Les observations ont été faites au Mans. Il serait très utile, pour que l'on puisse en dégager des conclusions certaines, que ces études soient conduites simultanément sur les mêmes

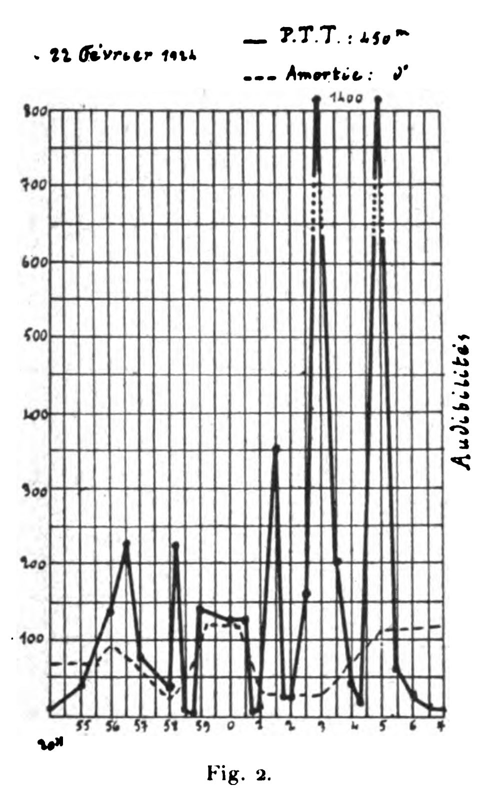


Fig. 2.

ondes en un très grand nombre de points. On pourrait ainsi tracer sur la carte la marche du phénomène et faire la part de la propagation et de la réception.

Voici tout d'abord quelques graphiques (fig. 1, 2, 3) choisis parmi les plus caractéristiques sur deux ondes. Ce ne sont pas à proprement parler des mesures, car les variations sont tellement rapides qu'il est impossible, à moins d'utiliser un dispositif oscillographique, d'évaluer l'intensité de réception. Ce sont plutôt des appréciations relatives relevées au téléphone shunté qu'avec l'habitude on arrive à manier avec rapidité et sûreté.

Tous les graphiques relevés sur les P. T. T. permettent de classer les variations en deux catégories très distinctes. La première (fig. 1)

est caractérisée par de fortes pointes encadrant des inaudibilités ; on est tenté d'y trouver une période. Cette forme est celle obtenue le plus fréquemment. La seconde (fig. 2) est saccadée, à variations déconcertantes ; elle est plus rare.

Les P. T. T. n'ayant à leur programme que des conférences de



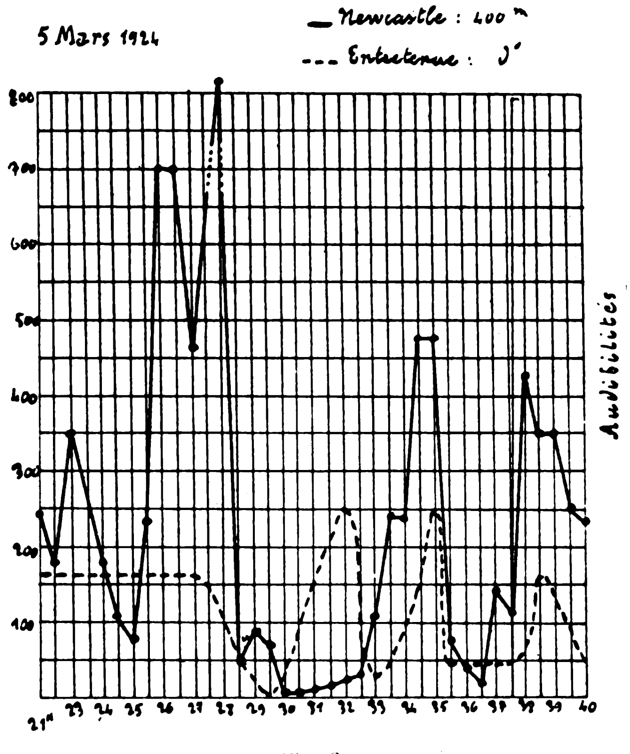


Fig. 3.

courte durée, et les concerts ne se prêtant pas aux mesures, il est difficile de voir si ces deux formes peuvent se succéder au cours d'une même émission. Leur succession a cependant été obtenue au cours d'une émission de près d'une heure donnant toute sécurité (fig. 8).

Je regrette de ne pouvoir présenter de graphiques d'ondes inférieures à 400 mètres, car les amateurs qui font de l'émission ne se prêtent pas volontiers à des essais particuliers donnant toute garantie. Pour ma part, je fais tous les jeudis, à 20 h 30. T. M. G., sous 200 mètres et avec l'indicatif 8 AO, une émission spéciale pour la mesure au téléphone shunté avec émission de deux signaux horaires pour permettre l'étude de la simultanéité des variations (¹). Pour dire

(¹) *Onde Électrique*, février 1924, p. 117.

vrai, depuis que ces signaux sont lancés régulièrement, aucune observation n'est encore parvenue à l'émetteur. Ceci pour montrer la difficulté d'investigations en dehors du laboratoire.

Il serait à désirer que quelques amateurs ou stations officielles fassent à jours fixes des traits continus de deux minutes en s'assurant de la constance de leur émission. Dans ces conditions, les mesures à la réception seraient extrêmement fertiles pour l'étude de ces ondes.

Les émissions de FL sur 200 mètres ont été suivies. Pas de variations autres que celles très légères dues à des oscillations de longueur d'onde. Ce résultat curieux est-il dû à la puissance grosse vis-à-vis de la distance (Paris-Le Mans : 180 kilomètres)? Il est en tout cas contradictoire avec les observations faites sur les 200 mètres des amateurs.

***

Il y a un fait qui se dégage des recherches ci-résumées : c'est qu'au Mans, les P. T. T. sous 450 mètres sont affectés de variations extrêmement rapides et profondes à tel point qu'il est absolument impossible presque toujours de suivre convenablement une conférence ou un concert. Les Anglais, par contre, varient en général peu, et lorsque cela se produit, les variations sont très espacées.

Il y a des régions, par exemple Orléans, où l'inverse se produit : les P. T. T. sont stables, les Anglais irréguliers.

Il faut bien remarquer que les amorties (côtiers ou bateaux) varient peu sur ces ondes sauf à des époques très éloignées; par contre les harmoniques d'arcs varient beaucoup en intensité.

J'ai une réception des 200 mètres tout à fait défectueuse; outre que l'intensité moyenne est toujours très faible, même pour des postes puissants et proches, les variations sont tellement profondes et rapides qu'il est impossible de suivre un texte (sauf pour les 200 mètres d'FL).

Par contre la réception des 100 metres est merveilleuse comme puissance et est très rarement atteinte par les variations. Quand celles-ci se produisent on a plutôt l'impression d'une baisse de puissance à l'émission que de l'absorption qui semble affecter les autres ondes. C'est ainsi que sur les 115 mètres d'FL il n'a jamais été constaté la moindre variation lorsque l'émission se faisait sur la petite antenne. Dans le cas de l'émission sur grande antenne, les seules variations observées provenaient uniquement de fluctuations de la longueur d'onde qui, rattrapées au condensateur de réception, donnaient une audition d'intensité constante.

De même sur les 70 mètres émis par les P. T. T., pas de variations autres que celles dues aux changements de longueur d'onde. Remarque identique sur les 40 mètres du même émetteur.

*
* *

Après avoir constaté, il faut chercher à expliquer.

Les irrégularités proviennent-elles de l'émission, de la propagation ou de la réception?

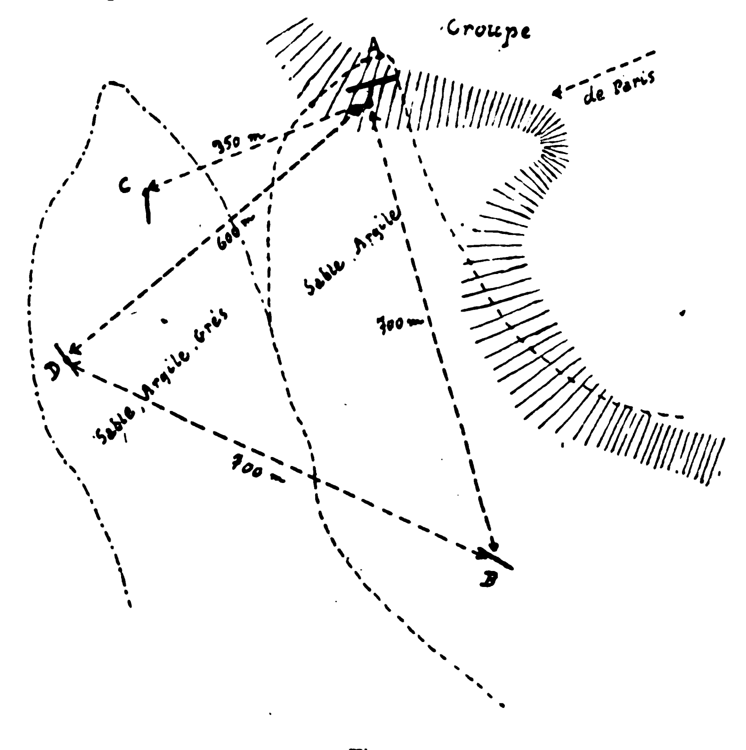


Fig. 4.

On peut alléguer qu'à l'émission la puissance et la longueur d'onde varient sous des causes mécaniques : variation de vitesse des machines, balancement de l'antenne... Mais alors les variations se feraient sentir à la réception partout à la fois. Or voici quelques preuves de non-simultanéité à la réception :

Quatre récepteurs étaient disposés selon les côtés d'un triangle équilatéral (fig. 4). A et C écoulaient les P. T. T. sur 450 mètres, B et D sur 225 mètres. De 20 h 45 à 21 heures, A B C D ont reçu fortement l'émission et de 21 heures à 21 h. 30 l'extinction fut presque totale en A et en B alors que C et D signalaient une très bonne audition.

Sans s'attarder aux différences de longueurs d'ondes, il est une remarque qui peut avoir son importance si elle se trouve confirmée par la suite. A et B d'une part, C et D d'autre part, sont sur deux

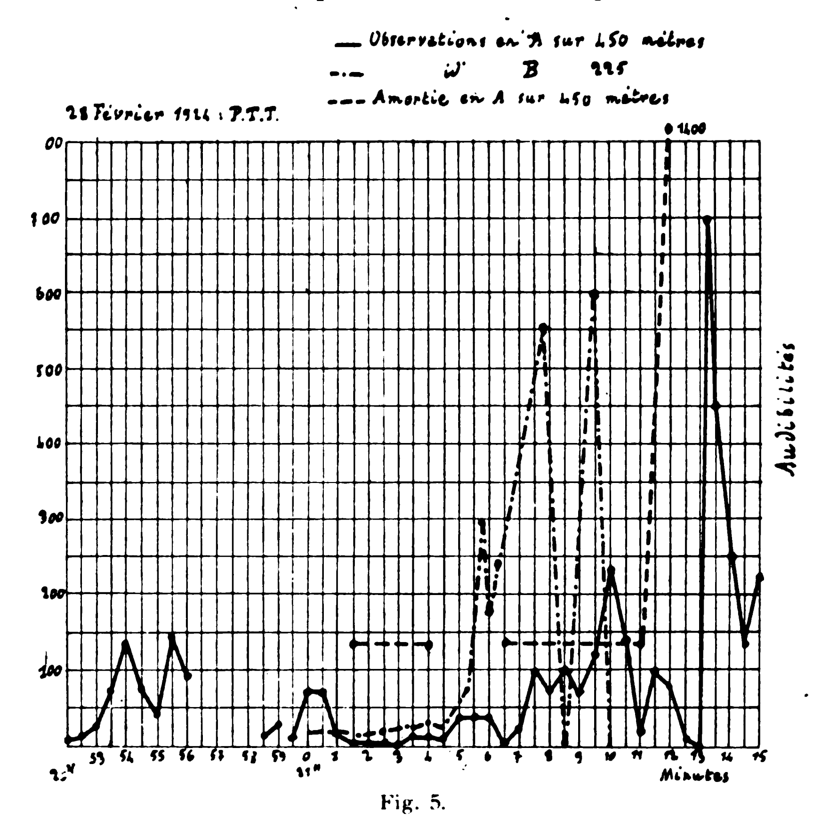


Fig. 5.

terrains de natures différentes. Du cénomanien, sable et argile, pour es premiers (terrain couvrant la majeure partie de la région du Mans); sable, argile et grès pour les seconds.

L'essai fut repris huit jours après. La figure 5 montre qu'il n'y a aucune simultanéité entre la fondamentale et l'harmonique. Les observateurs C et D ayant fait défaut, on ne put étudier la même onde en deux points.

Une nouvelle étude, les deux récepteurs étant sur la même onde, donne une superposition remarquable (fig. 6).

Dans toutes les expériences, les observateurs avaient la même heure car je passais quelques minutes avant, par radio, des signaux de synchronisation.

Il peut donc y avoir simultanéité ou décalage des variations en

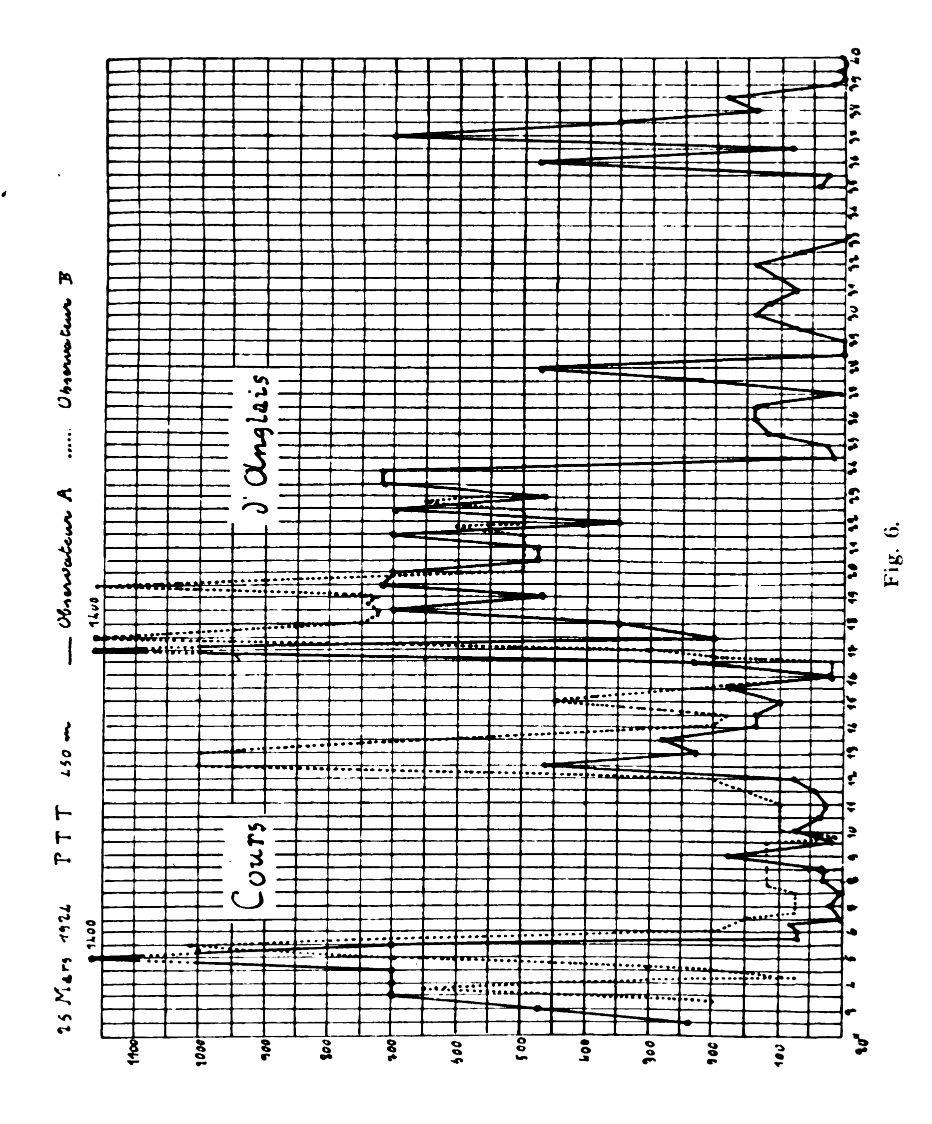

25 Mars 1926 PTT 450 m — Observateur A ..... Observateur B
Cours
d'Anglais
1400
1400

Fig. 6.

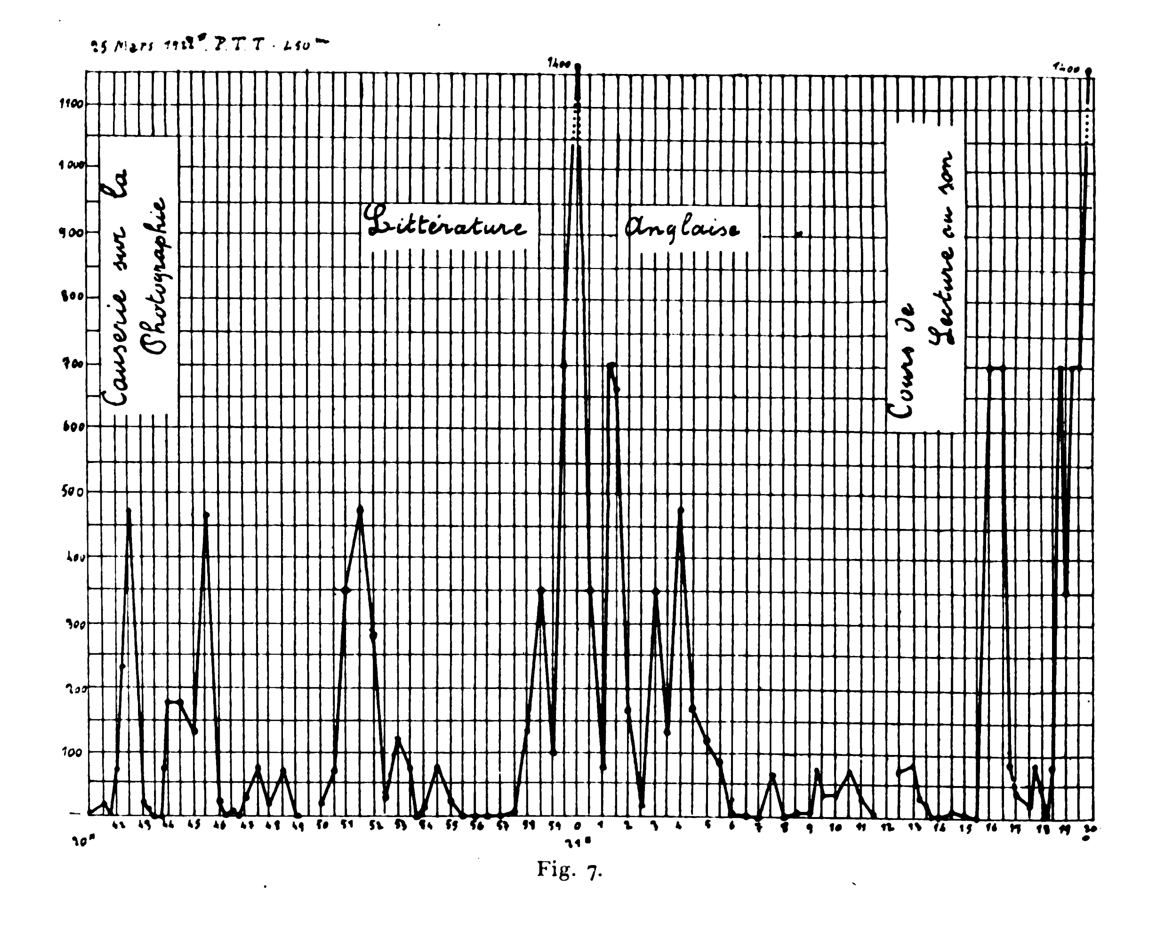

25 Mars 1928. P.T.T. 450m
Causerie sur la Photographie
Littérature
Anglaise
Cours de Lecture au son
Le graphique est le prolongement du précédent
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
1400
20h
21h

Fig. 7.

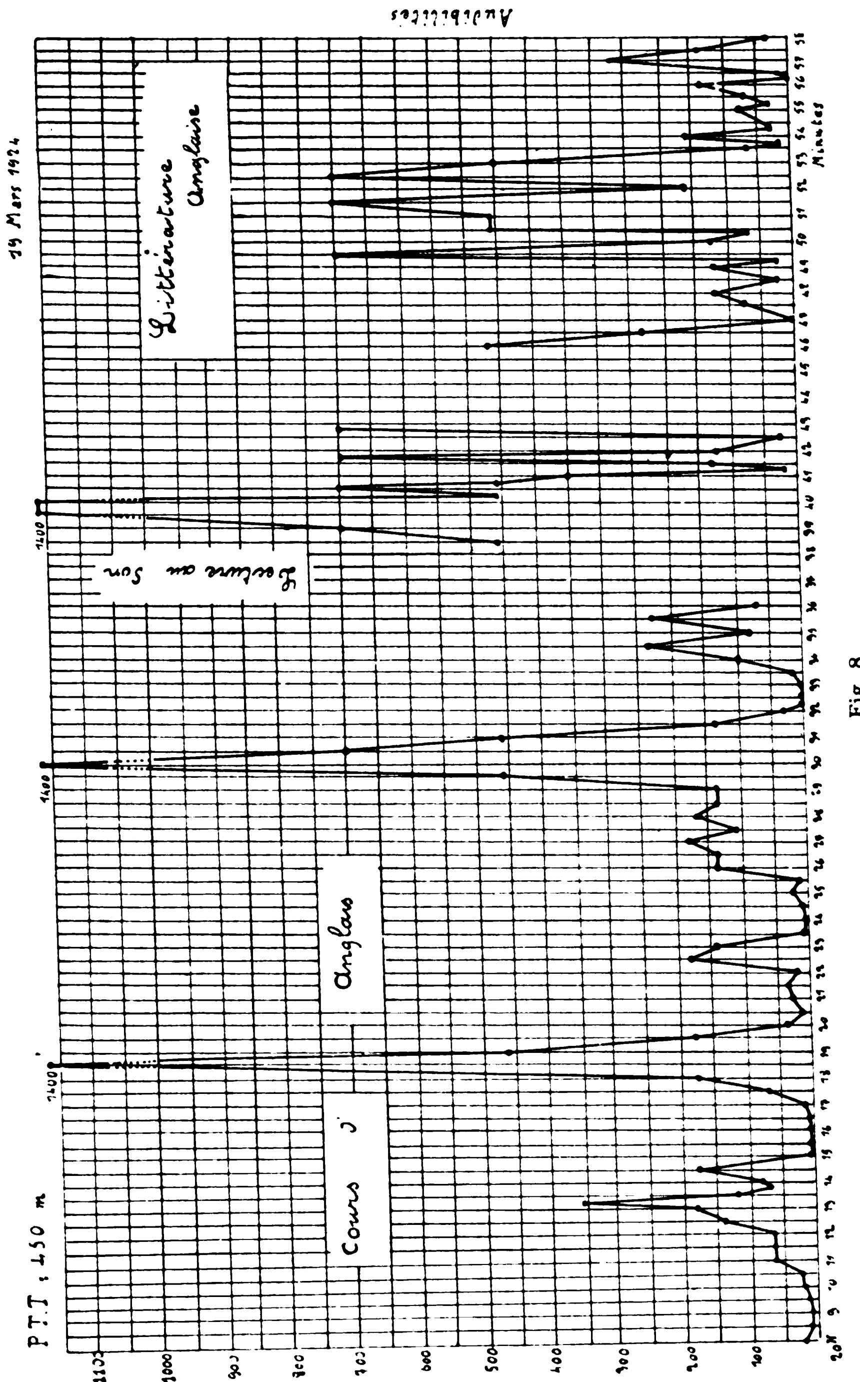

P.T.T. : 450 m
19 Mars 1924
Audibilités
Minutes
Cours d'
Anglais
Lecture au Son
Littérature Anglaise
1400
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100

Fig. 8.

deux points peu éloignés. Je poursuis actuellement les mêmes recherches pour étudier les oscillations de ce décalage.

*
* *

On peut objecter que les mesures effectuées sur la téléphonie ne signifient rien à cause des variations de modulation. C'est exact, aussi les graphiques présentés ont-ils été relevés uniquement sur des conférences. D'autre part le contrôle de l'émission a montré que s'il y a des variations de puissance de modulation, elles ne sont pas si fréquentes que les variations à la réception.

Cependant pour lever tout doute, j'ai repris les mesures sur le cours de lecture au son des P. T. T. dont à l'émission on est certain de la constance. Les figures 7 et 8 mettent en évidence les variations à la réception.

*
* *

Voici enfin un graphique (fig. 9) qui montre nettement l'influence solaire. De jour la réception est faible, mais peu affectée de variations; de nuit elle est puissante mais vacillante.

L'heure d'été va permettre de suivre des émissions commençant

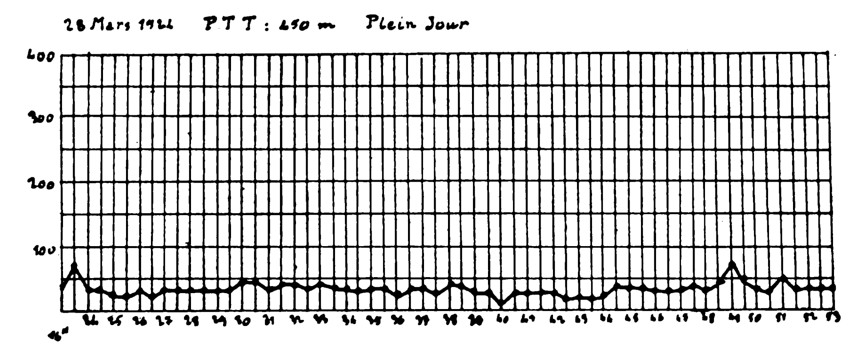


Fig. 9.

de jour et finissant de nuit et de mettre bout à bout le graphique 9 et les précédents. Le résultat en sera probablement intéressant.

*
* *

Si je présente cette étude, très incomplète, ce n'est pas avec l'idée de pouvoir en tirer des conclusions, mais avec l'espoir d'avoir des imitateurs en de très nombreux points de France. Il faut absolument posséder la carte des intensités de réception jointe à celle de la direction du champ (dont je poursuis actuellement l'étude au Mans) pour pouvoir soutenir une théorie, sinon on tombe dans le roman.

M. LARDRY.



P.T.T. : 450 m

29 Mars 1924

Cours d'Anglais

Lecture au son

Littérature Anglaise

Audibilités

Minutes

Fig. 8.

deux points peu éloignés. Je poursuis actuellement les mêmes recherches pour étudier les oscillations de ce décalage.

***

On peut objecter que les mesures effectuées sur la téléphonie ne signifient rien à cause des variations de modulation. C'est exact, aussi les graphiques présentés ont-ils été relevés uniquement sur des conférences. D'autre part le contrôle de l'émission a montré que s'il y a des variations de puissance de modulation, elles ne sont pas si fréquentes que les variations à la réception.

Cependant pour lever tout doute, j'ai repris les mesures sur le cours de lecture au son des P. T. T. dont à l'émission on est certain de la constance. Les figures 7 et 8 mettent en évidence les variations à la réception.

***

Voici enfin un graphique (fig. 9) qui montre nettement l'influence solaire. De jour la réception est faible, mais peu affectée de variations ; de nuit elle est puissante mais vacillante.

L'heure d'été va permettre de suivre des émissions commençant

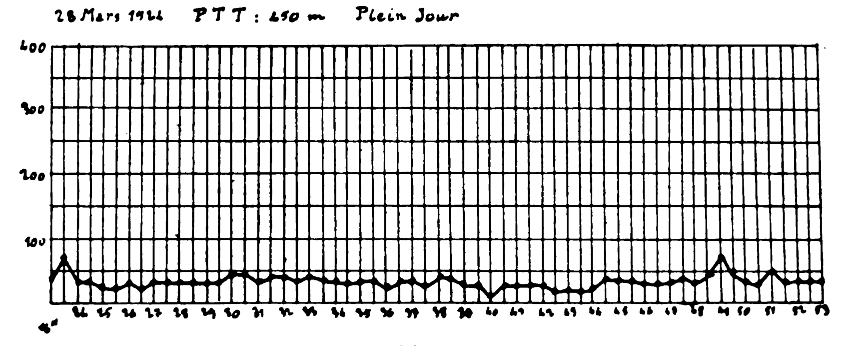


Fig. 9.

de jour et finissant de nuit et de mettre bout à bout le graphique 9 et les précédents. Le résultat en sera probablement intéressant.

***

Si je présente cette étude, très incomplète, ce n'est pas avec l'idée de pouvoir en tirer des conclusions, mais avec l'espoir d'avoir des imitateurs en de très nombreux points de France. Il faut absolument posséder la carte des intensités de réception jointe à celle de la direction du champ (dont je poursuis actuellement l'étude au Mans) pour pouvoir soutenir une théorie, sinon on tombe dans le roman.

M. Lardry.

LE PROBLÈME DU VERROUILLAGE EN TÉLÉMÉCANIQUE

Par M. GUÉRITOT

Dans les papiers laissés par notre regretté collègue M. Guéritot, nous avons trouvé un certain nombre de notes relatives aux divers problèmes auxquels il s'était attaqué.

Si incomplètes que soient ces notes, nous avons cru devoir les publier sous la forme même où nous les avons trouvées.

Nous pensons qu'elles seront parfois susceptibles de rendre service à ceux qui seront appelés a étudier les mêmes questions et qu'ainsi l'œuvre de Guéritot ne sera pas entièrement perdue.

C'est ainsi que nous avons été conduits à faire paraître dans le présent numéro de l'Onde Électrique, *quelques remarques sur le verrouillage en télémécanique.*

Les perturbations contre lesquelles un appareil récepteur de télémécanique doit être protégé peuvent être classées de la façon suivante :

1° Les parasites atmosphériques.

2° Les effets d'induction occasionnés par les ruptures de courants électriques du bord ; effets contre lesquels la protection sera assurée par les dispositifs éliminant ceux des parasites atmosphériques ; des dispositifs locaux pourront être installés afin d'atténuer directement ces perturbations.

3° Ces brouillages provenant des postes de télégraphie sans fil normaux; ces brouillages peuvent devenir très intenses, si l'engin conduit par télémécanique attaque le poste lui-même.

4° Ces émissions systématiquement accordées, provenant d'un poste ennemi, qui se défend contre l'attaque dont il est l'objet.

Contre toutes ces perturbations, deux degrés de protection peuvent être atteints : ou la perturbation ne fait pas fonctionner les mécanismes de l'engin commandé par télémécanique, mais si elle est très intense peut paralyser le récepteur sans l'actionner, l'empêchant ainsi de recevoir des signaux ; ou bien la perturbation ne fait pas fonctionner le récepteur et de plus ne l'empêche pas de recevoir un signal émis au même instant, dans ce dernier cas, la protection contre les perturbations est complète.

Les différents types de verrouillage utilisables sur une installation

de télémécanique seront classés suivant les modes d'émission et de réception envisagés.

A. *Transmission et réception de la télégraphie du type normal.* — La protection sera recherchée dans l'interprétation des signaux reçus.

Un premier procédé consiste à corriger instantanément une fausse manœuvre par l'envoi du signal inverse dès le début de son exécution. Ce procédé, outre qu'il demande beaucoup d'attention, n'est applicable que si les perturbations ne sont pas trop fréquentes. L'opération est facilitée si l'exécution d'une manœuvre est annoncée par l'apparition d'un signal avertisseur (lampe qui s'allume, émission de télégraphie sans fil). Cette méthode fut employée par le capitaine Broca. Il faut remarquer que dans n'importe quelle installation, ce procédé restera toujours à la disposition du pilote.

D'autres procédés plus automatiques peuvent être envisagés :

Le procédé par « cadence très précise » consiste à transmettre des signaux très courts et espacés à une cadence précise; le récepteur est exactement synchronisé par le procédé des télégraphes imprimeurs, il n'est mis en circuit que pendant de courts intervalles de temps correspondant aux instants où l'émetteur peut transmettre. Ainsi la concordance d'un parasite avec l'époque où le récepteur est sensible a moins de chance de se produire, que si le récepteur était constamment en circuit; la protection contre le brouillage par trait continu ne sera pas réalisée.

M. Branly a proposé un appareil de ce type; les Américains en ont expérimenté un à la fin de la guerre.

Le procédé utilisé pour réaliser l'appel de plusieurs postes téléphoniques situés sur la même ligne peut être employé; il suffit de combiner une manœuvre telle qu'elle ne soit pas exécutée par la réception d'un simple signal, mais d'une combinaison complexe ayant peu de chances d'être reproduite par le hasard des brouillages. La protection est ainsi un peu supérieure à celle du procédé précédent.

Enfin, l'emploi de transmetteur et récepteur multiples permet d'améliorer la protection en utilisant pour les signaux d'une des combinaisons envisagées des longueurs d'onde différentes. Tous ces procédés n'ont permis d'obtenir qu'un verrouillage incomplet; on peut éviter, la commande du récepteur par le brouillage, mais ce brouillage peut empêcher le récepteur de répondre à un signal du pilote. De plus, des mécanismes très compliqués sont mis en œuvre.

B. *Émission normale mais agencement spécial du récepteur.* —

Le verrouillage est ici réalisé en empêchant le brouillage d'affecter le poste récepteur.

Les procédés antiparasites de la télégraphie sans fil commerciale sont ici utilisables, mais ils ne sont à retenir que pour être combinés avec d'autres procédés de verrouillage. Ils sont en effet efficaces en face de parasites atmosphériques, des effets des circuits du bord, mais leur efficacité diminue devant un poste brouilleur désaccordé, et ils seront inefficaces contre un poste brouilleur accordé.

S'il était possible de réaliser un récepteur uniquement sensible aux ondes venant d'une direction déterminée, on obtiendrait un verrouillage suffisant pour beaucoup d'applications, en choisissant la direction vers l'arrière de l'engin. Cette réception dirigée ne peut être encore envisagée, les procédés actuels de télégraphie sans fil dirigée n'étant pas suffisants pour obtenir ce résultat.

C. *Modulation à l'émission et superposition de deux accords.* — C'est cette classe de procédés qui a fourni les meilleurs résultats.

La modulation peut être réalisée à basse fréquence, de l'ordre de 30 à 100 périodes; à fréquence musicale, de 200 à 2000 périodes; à fréquence élevée, à plus de 2000 périodes.

La modulation à basse fréquence peut être obtenue au moyen d'un diapason, ce qui assure une grande fixité de la fréquence. Il est possible d'utiliser à la réception un relais mécanique vibrant à la même fréquence, ainsi les appareils commandés par ce relais ont un fonctionnement indépendant de la distance du pilote; enfin le diapason de réception à basse fréquence aura une amplitude considérable fonctionnant en résonance, et des forces mécaniques importantes seront mises en jeu. L'inconvénient de ce procédé est la lenteur du fonctionnement; une demi-seconde est au moins nécessaire pour mettre en vibration le diapason récepteur.

Trois variantes ont été étudiées pour la réception :

Réception commandée par l'amplitude des vibrations;

Réception commandée par la phase de la vibration;

Réception commandée par détection mécanique.

J'ai indiqué que par l'emploi de deux ondes s'échangeant à chaque période, il est possible d'empêcher l'assourdissement du récepteur par un poste brouilleur puissant, c'est-à-dire d'obtenir un verrouillage complet.

La modulation à fréquence musicale utilise moins un diapason; un contact tournant ou un alternateur ayant une vitesse bien réglée conviendraient mieux.

La réception doit se faire entièrement par un relais électroionique,

la résonance sur la fréquence de modulation étant obtenue sur diapason ou sur circuit électrique. Le procédé multiplex de Raguna-Mercadier est de ce type.

D'ailleurs, l'emploi de fréquences musicales de modulation en télégraphie sans fil commerciale rend le verrouillage incomplet, quoique la probabilité de la coexistence de deux accords, à la fois sur l'aide de transport et sur l'aide musicale, soit très faible.

La modulation à fréquence élevée met mieux à l'abri des brouillages; elle est d'autant plus difficile à réaliser que la fréquence de modulation est élevée.

Si cette modulation à fréquence très élevée a été réalisée complètement dans l'antenne d'émission, elle s'effacera dans l'antenne de réception et de proche en proche dans tous les circuits accordés sur l'onde porteuse. Ce phénomène fixe ainsi une limite supérieure aux fréquences de modulation utilisables.

Remarquons que, dans ce dernier cas, on a l'avantage d'avoir une commande instantanée des mécanismes.

D. *Émission d'une onde non sinusoïdale.* — Je ne puis que mentionner ce procédé qui n'est encore qu'à l'état d'ébauche. C'est une voie nouvelle qui permettrait peut-être d'éviter qu'un brouillage très intense ne paralyse le récepteur.

Paris, le 19 juin 1921.

M. GUÉRITOT.

L'INFLUENCE DU BROUILLAGE SUR LES RÉCEPTEURS A RÉACTION (1)

Par L. BRILLOUIN, *Docteur ès sciences*
et E. FROMY, *Ingénieur à l'E. C. M. R.*

ETUDE D'UN RÉCEPTEUR A LAMPES

Nous avons exposé dans un précédent article les résultats expérimentaux de l'étude systématique des brouillages et nous en avons donné une interprétation générale.

Nous allons maintenant envisager plus spécialement le cas d'un récepteur à lampe à réaction, mais, pour permettre cette étude, nous devrons auparavant préciser la nature et la forme des caractéristiques des tubes à vide dont nous aurons à nous servir par la suite. Nous entrerons ensuite dans le cœur du sujet en étudiant le fonctionnement d'un circuit à réaction que nous pourrions prendre quelconque, mais dont nous choisirons le type de façon à réduire au minimum la discussion purement mathématique. Enfin, nous terminerons par la discussion physique complète des résultats obtenus et nous les appliquerons au cas plus général d'un récepteur à réaction d'un type quelconque et à plusieurs lampes.

I. — **Étude des caractéristiques d'une lampe.**

Dans les études qui vont suivre, nous négligerons comme il est coutume de le faire le débit du circuit filament-grille. La seule caractéristique à considérer est donc celle du courant de plaque en fonction des tensions de plaque et de grille :

$$j = f(u, v).$$

Or, on sait que les courbes du courant de plaque en fonction de la tension de grille pour diverses valeurs de la tension de plaque v sont pratiquement superposables par un glissement, le long de l'axe des u, d'une quantité $\frac{v}{k}$; k étant le coefficient d'amplification de la grille.

On pourra donc considérer le courant de plaque comme fonction d'une seule variable : $x = (ku + v)$

$$j = f(ku + v)$$

(1) Voir le premier article sur ce même sujet. *Onde Électrique*, t. III (1924), p. 181.

et écrire que, autour d'une position moyenne j_0, le courant est donné par la relation :

$$(1)\quad j = j_0 + (ku+v)\frac{df_0}{dx} + \frac{1}{2}(ku+v)^2\frac{d^2f_0}{dx^2} + \frac{1}{6}(ku+v)^3\frac{d^3f_0}{dx^3} + \dots$$

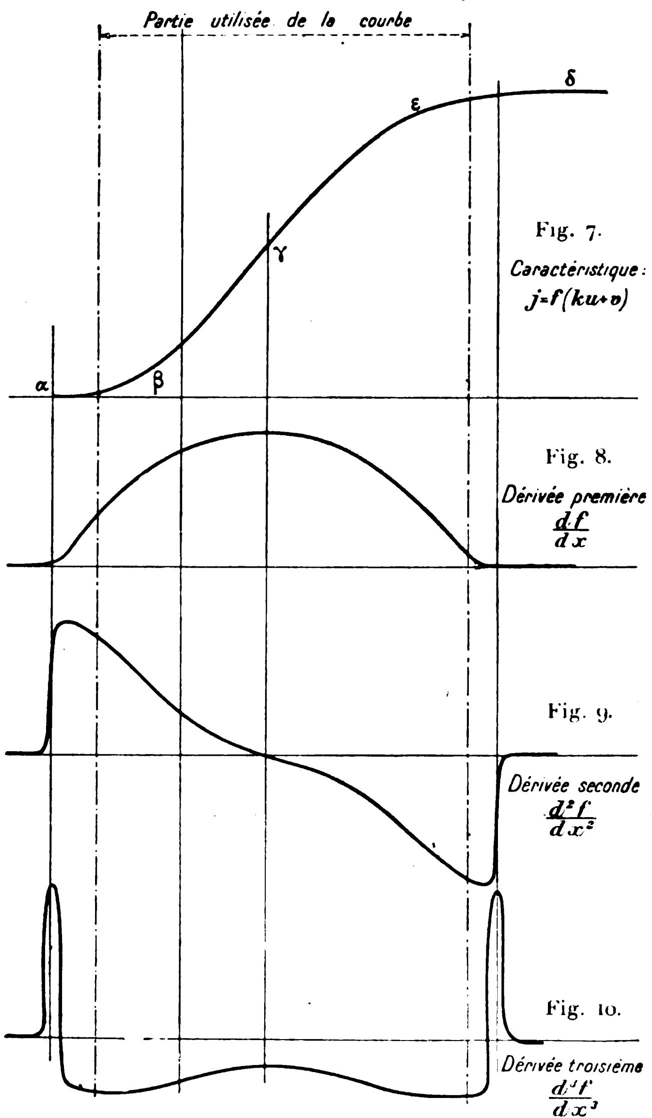


Fig. 7. Caractéristique : $j=f(ku+v)$

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

u et v désignant ici l'excès des tensions instantanées de grille et de plaque sur les valeurs u_0 et v_0 correspondant au courant j_0.

La caractéristique $j = f(ku+v)$ se présente sous la forme connue représentée figure 7. Elle comprend :

La partie $\alpha\ \beta\ \gamma$ ou coude inférieur;

La partie $\gamma\ \varepsilon\ \delta$ ou coude supérieur qui aboutit à la saturation.

La partie $\beta\ \gamma\ \varepsilon$ que l'on désigne souvent sous le nom de partie rectiligne est en réalité un S très aplati. Le point γ est un point d'inflexion.

Il résulte de ce fait que la dérivée première $\frac{df}{dx}$ n'est jamais constante (fig. 8) et que la dérivée seconde $\frac{d^2f}{dx^2}$ se présente sous la forme de la figure 9. Elle ne s'annule qu'au point d'inflexion γ. La dérivée troisième a la forme de la figure 10.

Dans la partie utilisée de la courbe, c'est-à-dire entre les deux droites en traits mixtes :

1° La dérivée seconde est :

Positive dans le coude inférieur;

Négative dans le coude supérieur;

Nulle au point γ seulement.

2° La dérivée troisième est toujours négative et varie très lentement. La dérivée quatrième est donc faible et pratiquement négligeable. Il en est de même des dérivées d'ordre supérieur.

Il s'ensuit qu'on peut sans erreur sensible arrêter le développement de la fonction $j = f(ku + v)$ au terme en $\frac{d^3f}{dx^3}$ et adopter l'expression :

$$(1) \qquad j = j_0 + (ku + v)\frac{df_0}{dx} + \frac{1}{2}(ku + v)^2\frac{d^2f_0}{dx^2} + \frac{1}{6}(ku + v)^3\frac{d^3f_0}{dx^3}$$

où :

$\frac{df_0}{dx}$ est toujours positif;

$\frac{d^3f_0}{dx^3}$ est toujours négatif;

$\frac{d^2f_0}{dx^2}$ est $\begin{cases}\text{positif dans le coude inférieur,}\\ \text{négatif dans le coude supérieur.}\end{cases}$

II. — Influence d'un brouilleur sur un circuit à réaction.

Le problème se pose comme dans l'étude générale précédente. On se donne un circuit à réaction d'un type quelconque, utilisant une lampe à trois électrodes, et soumis à l'influence de deux ondes incidentes; l'une faible crée dans le circuit une force électromotrice g_1 sur laquelle on met le système en résonance et qui joue le rôle du poste à recevoir; l'autre beaucoup plus puissante crée une force électromo-

trice brouilleuse g_2. Il s'agit de voir comment se comporte le circuit sous cette double influence et ce que devient le courant i_1, produit par g_1, en présence de g_2.

Nous choisirons comme circuit d'étude celui de la figure 11, qui conduit à une discussion mathématique simple, et nous envisagerons

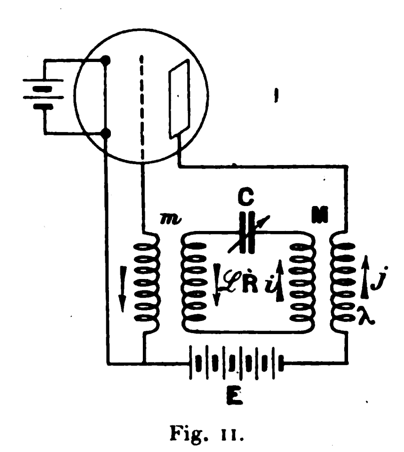


Fig. 11.

tout d'abord le cas où les résistances et les impédances intercalées dans les circuits filament-grille et filament-plaque sont négligeables devant celles de la lampe.

Dans ce cas, on a :

$$\begin{cases} u_0 = 0 = \text{constante} \\ v_0 = \mathrm{E} = \text{constante} \\ u = m \dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \\ v = -\mathrm{M} \dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \end{cases}$$

De plus, l'équation du circuit oscillant s'écrit, en négligeant la réaction du circuit filament-grille,

$$\mathcal{L}\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{c}\int i\,\mathrm{d}t + \mathrm{R}i + \mathrm{M}\frac{\mathrm{d}j}{\mathrm{d}t} = g_1 + g_2 \tag{2}$$

L'équation (1) du courant de plaque indiquée plus haut donne :

$$\frac{\mathrm{d}j}{\mathrm{d}t} = \left(k\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)\left[\frac{\mathrm{d}f_0}{\mathrm{d}x} + (ku+v)\frac{\mathrm{d}^2 f_0}{\mathrm{d}x^2} + \frac{1}{2}(ku+v)^2\frac{\mathrm{d}^3 f_0}{\mathrm{d}x^3}\right]$$

En remplaçant u et v par leurs valeurs, il vient :

$$\frac{\mathrm{d}j}{\mathrm{d}t} = \mathrm{A}\ (km - \mathrm{M})\frac{\mathrm{d}^2 i}{\mathrm{d}t^2}$$

en posant a :

$$A = \frac{df_0}{dx} + (km - M)\frac{d^2 f_0}{dx^2}\frac{di}{dt} + \frac{1}{2}(km - M)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3}\left(\frac{di}{dt}\right)^2$$

En portant cette valeur dans l'équation (2), il vient :

(2 *bis*) $$\mathcal{L}\frac{di}{dt} + \frac{1}{c}\int i\,dt + Ri + MA(km - M)\frac{d^2 i}{dt^2} = g_1 + g_2$$

Or, le courant i peut être regardé comme la somme de deux courants sinusoïdaux i_1 et i_2 engendrés chacun par les forces électromotrices sinusoïdales g_1 et g_2 :

(3) $$i = i_1 + i_2$$

$$i_1 = I_1 \cos \omega_1 t$$

avec $$i_2 = I_2 \cos(\omega_2 t + \varphi).$$

Il en résulte qu'on peut écrire l'équation (2) sous la forme :

(4) $$\mathcal{L}\frac{di}{dt} + \frac{1}{c}\int i\,dt + [R - M\omega_1^2 A(km - M)]\,i_1 + \\ + [R - M\omega_2^2 A(km - M)]\,i_2 = g_1 + g_2.$$

Tout se passe donc comme si la résistance du circuit oscillant pour le courant utile i_1 était :

$$r = R - M\omega_1^2 \overline{A}(km - M)$$

en désignant par $\overline{A}$ la valeur moyenne de A.

En tenant compte des relations 3, l'expression moyenne de A s'écrit :

$$\overline{A} = \frac{df_0}{dx} + \frac{1}{2}(km - M)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3}\left[\frac{I_1^2\omega_1^2}{2} + \frac{I_2^2\omega_2^2}{2}\right]$$

Mais par hypothèse I_1 est très petit devant I_2, nous pourrons donc négliger $I_1^2\omega_1^2$ devant $I_2^2\omega_2^2$ et écrire :

$$\overline{A} = \frac{df_0}{dx} + \frac{1}{4}(km - M)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3}\omega_2^2 I_2^2$$

(5) d'où : $$\boxed{r = R - \alpha\frac{df_0}{dx} - a\frac{d^3 f_0}{dx^3} I_2^2}$$

en posant :

$$\alpha = M\omega_1^2(km - M)$$

$$a = \frac{1}{4} M\omega_1^2\omega_2^2[km - M]^3$$

Si on suppose le circuit bien réglé sur l'onde 1, la condition d'accrochage limite donne sensiblement,

$$R - \alpha\frac{df_0}{dx} = 0$$

ce qui exige que α et par suite $(km - M)$ soient positifs.

Les coefficients α et a sont donc des coefficients essentiellement positifs et indépendants de la forme de la caractéristique au point de fonctionnement utilisé.

L'étude du brouillage se ramène alors à la discussion de l'équation (5). En l'absence du brouilleur ($I_2 = o$) la résistance apparente du circuit oscillant est :

$$r_0 = R - \alpha \frac{df_0}{dx} = \varepsilon$$

Cette résistance est très faible à la limite d'accrochage.

Lorsque le brouilleur agit, la résistance passe de r_0 à :

$$r_b = r_0 - a \frac{d^3f_0}{dx^3} I_2^2 = r_0 + \Delta r_0$$

Comme $\frac{d^3f_0}{dx^3}$ est négatif, la variation de résistance est une augmentation. L'intensité de la réception du poste 1 se trouve donc réduite par le brouilleur.

Si le brouilleur est puissant ou si r_0 est très faible, c'est-à-dire si on est très près de la limite d'accrochage, la variation peut être importante et la réception est complètement étouffée. On peut lui rendre sa valeur normale en augmentant la résistance négative $\alpha \frac{df_0}{dx}$ par le jeu de la réaction ou en supprimant le brouillage. Si on est loin de la limite d'accrochage l'effet du brouilleur est faible, car Δr_0 est très petit devant r_0.

Nous avons toutes les caractéristiques du phénomène A, décrit à l'article précédent, et c'est le seul qui puisse se produire ici.

Au point de vue physique ce phénomène correspond à une diminution de la valeur moyenne du pouvoir amplificateur en ampères de la lampe, due à ce que, dans une courbe où $\frac{d^3f_0}{dx^3}$ est négatif, c'est-à-dire dans une courbe moins incurvée qu'une parabole, la corde entre les extrémités d'un cycle est moins inclinée que la tangente au point moyen.

Cas général. — Nous allons maintenant envisager le cas plus complexe où l'on place des résistances non négligeables sur les circuits de plaque et de grille. Les tensions moyennes de la plaque et de la grille ne restent plus constantes comme tout à l'heure, mais varient sous l'influence des variations des chutes de tension dans les résistances par suite des phénomènes de détection. Ces variations entraînent des variations des coefficients caractéristiques du point de

fonctionnement : $\frac{df_0}{dx}$ et $\frac{d^2f_0}{dx^2}$. La dérivée troisième seule reste constante par hypothèse.

Pour simplifier les calculs, nous supposerons que les résistances introduites soient shuntées par des capacités assez fortes pour constituer un court-circuit pour la haute fréquence; nous pourrons alors appliquer sans modifications les calculs précédents autour des divers points moyens où le système se stabilise.

Nous aurons à envisager tout d'abord le fonctionnement du récepteur en l'absence de brouillage. Nous désignerons par u_0 v_0 les tensions moyennes de la grille et de la plaque auxquelles correspond à l'état de repos un courant de plaque j_0. Lorsque le tube oscille, le courant moyen de plaque est j_m différent de j_0 à cause des phénomènes de détection.

Le second point de fonctionnement est celui qui correspond à la réception en présence des brouillages. Soient u'_0 et v'_0 les tensions moyennes de grille et de plaque dans ce deuxième cas auquel nous attribuerons les lettres accentuées. Ces tensions moyennes se trouvent définies à partir des premières par les variations η et ε :

$$u'_0 = u_0 + \eta$$
$$v'_0 = v_0 + \varepsilon.$$

Nous aurons encore à considérer le courant au repos j'_0 et le courant moyen en régime j'_m.

Dans les deux cas nous désignerons par u et v les tensions instantanées de la grille et de la plaque comptées à partir des tensions moyennes correspondantes :

$$u = m\frac{di}{dt}$$

$$v = -M\frac{di}{dt}$$

Rappelons avant d'aller plus loin les notations précédemment introduites dans les calculs :

m et M couplages ou circuit oscillant avec la lampe;

i courant dans le circuit oscillant;

$i_1 = I_1 \sin \omega_1 t$ courant dans le circuit oscillant créé par le poste à recevoir;

$i_2 = I_2 \sin \omega_2 t$ courant dans le circuit oscillant dû au brouilleur;

R résistance du circuit oscillant;

$\alpha =$ $M\omega_1^2 (km - M)$;

$a =$ $\frac{1}{4} M \omega_1^2 \omega_2^2 [km - M]^3$;

r résistance apparente du circuit oscillant en régime pour le courant utile i_1;

et indiquons un certain nombre de notations dont nous ferons usage plus loin,

ρ résistance introduite dans le circuit de plaque;

ρ' résistance introduite dans le circuit de grille;

C constante de détection du circuit de grille;

$$b = \frac{\omega_2^2}{4}(km - \mathrm{M})^2;$$

$$\Delta = 1 + \rho \frac{df_0}{dx};$$

$$p = \alpha \left[k m^2 \omega_2^2 \left(1 - \frac{\rho}{\Delta}\frac{df_0}{dx}\right) \mathrm{C} \frac{d^2 f_0}{dx^2} + \frac{b\rho}{\Delta}\left(\frac{d^2 f_0}{dx^2}\right)^2 \right] - a \frac{d^3 f_0}{dx^3};$$

$$q = -\frac{\alpha}{2}\left[k m^2 \omega_2^2 \left(1 - \frac{\rho}{\Delta}\frac{df_0}{dx}\right) \mathrm{C} + \frac{b\rho}{\Delta}\frac{d^2 f_0}{dx^2} \right]^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3};$$

$$\mu = \frac{\alpha k m^2 \omega_2^2}{1 + \rho \frac{df_0}{dx}}$$

$$n = \frac{b\rho\alpha}{\Delta}.$$

Nous raisonnerons sur un récepteur du type précédemment

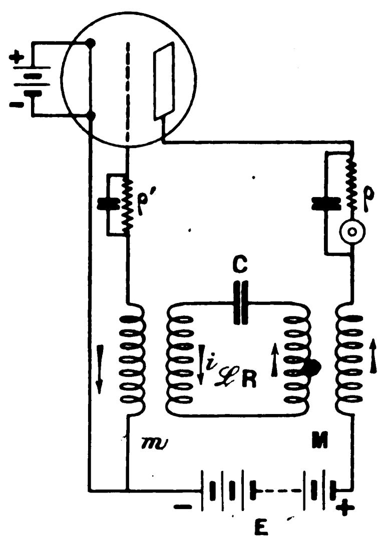


Fig. 12.

étudié et modifié conformément aux conventions exposées plus haut (fig. 12). Nous utiliserons d'autre part les résultats déjà acquis que nous considérerons comme valables autour des divers points moyens

et nous conserverons les hypothèses faites sur les intensités relatives du poste à recevoir et du brouilleur.

En l'absence du brouilleur la résistance du circuit est :

$$r = \mathrm{R} - \alpha \frac{\mathrm{d}f_0}{\mathrm{d}x} \text{ (1}^{\text{er}} \text{ point de fonctionnement)}$$

En présence du brouilleur elle devient :

$$r' = \mathrm{R} - \alpha \frac{\mathrm{d}f'_0}{\mathrm{d}x} - a \frac{\mathrm{d}^3 f'_0}{\mathrm{d}x^3} \mathrm{I}_2^2 \text{ (2}^{\text{e}} \text{ cas).}$$

La variation de résistance est donc :

$$\Delta r = -\alpha \left(\frac{\mathrm{d}f'_0}{\mathrm{d}x} - \frac{\mathrm{d}f_0}{\mathrm{d}x} \right) - a \frac{\mathrm{d}^3 f'_0}{\mathrm{d}x^3} \mathrm{I}_2^2$$

Or :

$$\frac{\mathrm{d}f'_0}{\mathrm{d}x} - \frac{\mathrm{d}f_0}{\mathrm{d}x} = \Delta \frac{\mathrm{d}f_0}{\mathrm{d}x} = (k\eta + \varepsilon) \frac{\mathrm{d}^2 f_0}{\mathrm{d}x^2} + \frac{1}{2} (k\eta + \varepsilon)^2 \frac{\mathrm{d}^3 f_0}{\mathrm{d}x^3}$$

de plus : $\frac{\mathrm{d}^3 f'_0}{\mathrm{d}x^3} = \frac{\mathrm{d}^3 f_0}{\mathrm{d}x^3}$ en vertu des remarques faites au paragraphe 1.

Donc :

$$\Delta r = -\alpha (k\eta + \varepsilon) \frac{\mathrm{d}^2 f_0}{\mathrm{d}x^2} - \frac{\alpha}{2} (k\eta + \varepsilon)^2 \frac{\mathrm{d}^3 f_0}{\mathrm{d}x^3} - a \frac{\mathrm{d}^3 f_0}{\mathrm{d}x^3} \mathrm{I}_2^2 \tag{6}$$

Le problème est ramené au calcul de η et ε, variations moyennes des tensions de grille et de plaque.

Calcul de η (1). — La théorie classique du condensateur shunté sur le circuit grille donne :

$$\eta = -\mathrm{C}\mathrm{U}^2$$

où C est une constante positive

$$\left(\mathrm{C} = \frac{\varphi_0'' (u_0)}{4 \left[\frac{1}{\rho'} + \varphi' (u_0) \right]} > 0 \right)$$

et U l'amplitude de la tension alternative de grille.

Comme :

$$u = m \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = m \left(\frac{\mathrm{d}i_1}{\mathrm{d}t} + \frac{\mathrm{d}i_2}{\mathrm{d}t} \right) = m \frac{\mathrm{d}i_2}{\mathrm{d}t}$$

en négligeant $\frac{\mathrm{d}i_1}{\mathrm{d}t}$ devant $\frac{\mathrm{d}i_2}{\mathrm{d}t}$, il vient :

$$\mathrm{U} = m\,\omega_2 \mathrm{I}_2$$

d'où

$$\eta = -\mathrm{C} m^2 \omega_2^2 \mathrm{I}_2^2 \tag{7}$$

(1) L. Brillouin, Les amplificateurs à résistance. *L'Onde Électrique*, t. I, pp. 7-17, janv. 1922; t. 1, pp. 101-123, fév. 1922.

E. Fromy, Quelques remarques sur le fonctionnement d'une lampe détectrice. *L'Onde Électrique*, t. II, pp. 411-419, juillet 1923.

Calcul de ε [1]. — Au repos ou en l'absence de brouilleur, la tension moyenne de la plaque est $E - \rho j_m$.

En présence du brouilleur elle devient $E - \rho j'_m$. La variation de la tension de plaque est donc :

(8) $$\varepsilon = -\rho\,(j'_m - j_m).$$

Mais on peut approximativement écrire $j_m = j_0$ car en l'absence du brouilleur les seuls phénomènes de détection à considérer sont ceux que produit le poste I supposé très faible.

Lorsque le brouilleur agit, au contraire, les détections sont importantes et le courant moyen j'_m est différent du courant j'_0 qui correspond aux tensions u'_0 v'_0. L'équation (I) nous permet d'écrire à chaque instant :

$$j = j'_0 + \left[(ku+v)\frac{df'_0}{dx} + \frac{1}{2}(ku+v)^2\frac{d^2f'_0}{dx^2} + \frac{1}{6}(ku+v)^3\frac{d^3f'_0}{dx^3}\right]$$

donc $j'_m = j'_0 +$ valeur moyenne du crochet.

Or nous avons admis que :

$$u = m\frac{di}{dt} = m\frac{di_2}{dt}$$

$$v = -M\frac{di}{dt} = -M\frac{di_2}{dt}$$

Ce qui donne :

$$j'_m = j'_0 + \frac{1}{4}(km - M)^2\frac{d^2f'_0}{dx^2}\omega_2^2\,I_2^2.$$

Nous avons, en outre, la relation de déplacement du point de fonctionnement :

$$j'_0 = j_0 + (k\eta + \varepsilon)\frac{df_0}{dx} + \frac{1}{2}(k\eta + \varepsilon)^2\frac{d^2f_0}{dx^2} + \frac{1}{6}(k\eta + \varepsilon)^3\frac{d^3f_0}{dx^3}$$

que nous écrirons pour simplifier les calculs :

$$j'_0 = j_0 + (k\eta + \varepsilon)\frac{df_0}{dx} \text{ (voir remarque n° I au § 4)}$$

et

$$\frac{d^2f'_0}{dx^2} = \frac{d^2f_0}{dx^2} + (k\eta + \varepsilon)\frac{d^3f_0}{dx^3}$$

On trouve alors trois calculs faits :

(8bis) $$\varepsilon = -\rho\,\frac{\left[\frac{df_0}{dx} + \frac{\omega_2}{4}(km - M)^2\frac{d^3f_0}{dx^3}I_2^2\right]k\eta + \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2\frac{d^2f_0}{dx^2}I_2^2}{1 + \rho\left[\frac{df_0}{dx} + \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2\frac{d^3f_0}{dx^3}I_2^2\right]}$$

Cette relation est trop complexe pour permettre une discussion facile. Nous pourrons la simplifier en remarquant que la condition

et nous conserverons les hypothèses faites sur les intensités relatives du poste à recevoir et du brouilleur.

En l'absence du brouilleur la résistance du circuit est :

$$r = R - \alpha \frac{df_0}{dx} \text{ (1}^{\text{er}} \text{ point de fonctionnement)}$$

En présence du brouilleur elle devient :

$$r' = R - \alpha \frac{df'_0}{dx} - a \frac{d^3f'_0}{dx^3} I_2^2 \text{ (2}^{\text{e}} \text{ cas).}$$

La variation de résistance est donc :

$$\Delta r = -\alpha \left(\frac{df'_0}{dx} - \frac{df_0}{dx} \right) - a \frac{d^3f'_0}{dx^3} I_2^2$$

Or :

$$\frac{df'_0}{dx} - \frac{df_0}{dx} = \Delta \frac{df_0}{dx} = (k\eta + \varepsilon) \frac{d^2f_0}{dx^2} + \frac{1}{2}(k\eta + \varepsilon)^2 \frac{d^3f_0}{dx^3}$$

de plus : $\frac{d^3f'_0}{dx^3} = \frac{d^3f_0}{dx^3}$ en vertu des remarques faites au paragraphe 1.

Donc :

$$\text{(6)} \qquad \boxed{\Delta r = -\alpha(k\eta + \varepsilon) \frac{d^2f_0}{dx^2} - \frac{\alpha}{2}(k\eta + \varepsilon)^2 \frac{d^3f_0}{dx^3} - a \frac{d^3f_0}{dx^3} I_2^2}$$

Le problème est ramené au calcul de η et ε, variations moyennes des tensions de grille et de plaque.

Calcul de η (1). — La théorie classique du condensateur shunté sur le circuit grille donne :

$$\eta = -CU^2$$

où C est une constante positive

$$\left(C = \frac{\varphi_0''(u_0)}{4\left[\frac{1}{\rho'} + \varphi'(u_0)\right]} > 0 \right)$$

et U l'amplitude de la tension alternative de grille.

Comme :

$$u = m \frac{di}{dt} = m \left(\frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt} \right) = m \frac{di_2}{dt}$$

en négligeant $\frac{di_1}{dt}$ devant $\frac{di_2}{dt}$, il vient :

$$U = m\,\omega_2 I_2$$

d'où

$$\text{(7)} \qquad \boxed{\eta = -Cm^2 \omega_2^2 I_2^2}$$

(1) L. Brillouin, Les amplificateurs à résistance. *L'Onde Électrique*, t. I, pp. 7-17, janv. 1922; t. 1, pp. 101-123, fév. 1922.
E. Fromy, Quelques remarques sur le fonctionnement d'une lampe détectrice. *L'Onde Électrique*, t. II, pp. 411-419, juillet 1923.

Calcul de ε [1]. — Au repos ou en l'absence de brouilleur, la tension moyenne de la plaque est $E - \rho j_m$.

En présence du brouilleur elle devient $E - \rho j'_m$. La variation de la tension de plaque est donc :

(8) $$\varepsilon = -\rho\,(j'_m - j_m).$$

Mais on peut approximativement écrire $j_m = j_0$ car en l'absence du brouilleur les seuls phénomènes de détection à considérer sont ceux que produit le poste 1 supposé très faible.

Lorsque le brouilleur agit, au contraire, les détections sont importantes et le courant moyen j'_m est différent du courant j'_0 qui correspond aux tensions u'_0 v'_0. L'équation (1) nous permet d'écrire à chaque instant :

$$j = j'_0 + \left[(ku+v)\frac{df'_0}{dx} + \frac{1}{2}(ku+v)^2\frac{d^2f'_0}{dx^2} + \frac{1}{6}(ku+v)^3\frac{d^3f'_0}{dx^3}\right]$$

donc $j'_m = j'_0 +$ valeur moyenne du crochet.

Or nous avons admis que :

$$u = m\frac{di}{dt} = m\frac{di_2}{dt}$$

$$v = -M\frac{di}{dt} = -M\frac{di_2}{dt}$$

Ce qui donne :

$$j'_m = j'_0 + \frac{1}{4}(km - M)^2\frac{d^2f'_0}{dx^2}\omega_2^2 I_2^2.$$

Nous avons, en outre, la relation de déplacement du point de fonctionnement :

$$j'_0 = j_0 + (k\eta + \varepsilon)\frac{df_0}{dx} + \frac{1}{2}(k\eta + \varepsilon)^2\frac{d^2f_0}{dx^2} + \frac{1}{6}(k\eta + \varepsilon)^3\frac{d^3f_0}{dx^3}$$

que nous écrirons pour simplifier les calculs :

$$j'_0 = j_0 + (k\eta + \varepsilon)\frac{df_0}{dx}$$ (voir remarque n° 1 au § 4)

et

$$\frac{d^2f'_0}{dx^2} = \frac{d^2f_0}{dx^2} + (k\eta + \varepsilon)\frac{d^3f_0}{dx^3}$$

On trouve alors trois calculs faits :

(8bis) $$\varepsilon = -\rho\,\frac{\left[\frac{df_0}{dx} + \frac{\omega_2}{4}(km - M)^2\frac{d^3f_0}{dx^3}I_2^2\right]k\eta + \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2\frac{d^2f_0}{dx^2}I_2^2}{1 + \rho\left[\frac{df_0}{dx} + \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2\frac{d^3f_0}{dx^3}I_2^2\right]}$$

Cette relation est trop complexe pour permettre une discussion facile. Nous pourrons la simplifier en remarquant que la condition

d'accrochage limite, supposée réalisée au préalable en l'absence du brouilleur, donne :

$$R = M\omega_1^2 [km - M] \frac{df_0}{dx}$$

d'où

$$\frac{df_0}{dx} + \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2 \frac{d^3f_0}{dx^3} I_2^2 = \frac{1}{\left(\frac{df_0}{dx}\right)^2}\left[\left(\frac{df_0}{dx}\right)^3 + \left(\frac{R}{M\omega}\right)^2 \frac{d^3f_0}{dx^3} I_2^2\right]$$

en posant l'approximation $\omega_1 = \omega_2 = \omega$.

Dans la région utile de la courbe, $\frac{df_0}{dx}$ est relativement grand. De plus R est petit et $M\omega$ grand, donc $\left(\frac{R}{M\omega}\right)^2$ très faible. On peut par suite négliger le deuxième terme du crochet devant le premier et écrire :

$$\varepsilon = -\rho \frac{k\frac{df_0}{dx}\eta + \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2 \frac{d^2f_0}{dx^2} I_2^2}{1 + \rho\frac{df_0}{dx}}$$

Ou :

(9) $$\varepsilon = -\frac{\rho}{\Delta}\left[k\frac{df_0}{dx}\eta + b\frac{d^2f_0}{dx^2} I_2^2\right]$$

Δ et b étant des coefficients positifs :

$$b = \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2$$

$$\Delta = 1 + \rho\frac{df_0}{dx}$$

Calcul de $(k\eta + \varepsilon)$. — Les relations (7) et (9) donnent tous calculs faits :

(10) $$k\eta + \varepsilon = -\left[km^2\omega_2^2\left(1 - \frac{\rho}{\Delta}\frac{df_0}{dx}\right)C + \frac{b\rho}{\Delta}\frac{d^2f_0}{dx^2}\right] I_2^2$$

Expression de la variation de résistance. — En portant l'expression (10) dans l'expression de Δr donnée ci-dessus, (6) il vient après simplification :

(11) $$\boxed{\Delta r = p I_2^2 + q I_2^4}$$

en posant :

$$p = \alpha\left[km^2\omega_2^2\left(1 - \frac{\rho}{\Delta}\frac{df_0}{dx}\right)C\frac{d^2f_0}{dx^2} + \frac{b\rho}{\Delta}\left(\frac{d^2f_0}{dx_2}\right)^2\right] - a\frac{d^3f_0}{dx^3}$$

$$q = -\frac{\alpha}{2}\left[km^2\omega^2\left(1 - \frac{\rho}{\Delta}\frac{df_0}{dx}\right)C + \frac{b\rho}{\Delta}\frac{d^2f_0}{dx^2}\right]^2 \frac{d^3f_0}{dx^3}$$

(*A suivre.*)

L. Brillouin.
E. Fromy.

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Réunion du 30 avril 1924.

Liste des nouveaux membres.

MM. Tricoire (Jean), ingénieur, 12, rue Jabras, à Oran.

Neuburger (Jean), employé de commerce, 6, rue Pierre-le-Grand, Paris (VIIIe).

Yaniche (Louis), quartier-maître T. S. F. Cuirassé *Bretagne*, Toulon.

Larinier (Benoît), instituteur, 101, avenue Jean-Jaurès, Aubervilliers.

Nenot (Jean), ingénieur-électricien, 62, boulevard Magenta, Paris (X^e).

Lemaire (André), radio-électricien, 67, rue de Mouzaïa, Paris (XIXe).

Bonnefoi (Antonin), stagiaire à la Société industrielle des téléphones, 46, rue Albouy, Paris (X^e).

Capitaine Baffert (Adrien), Centre d'études des liaisons et transmissions, à Versailles.

Rousseau (Honoré), mécanicien, 15, rue du Caire, Paris (IIe).

Midy (Lucien), ingénieur A. et M., 6, rue Itasse, Maurecourt (S.-et-O.).

Grosjean (Raymond), employé de commerce, 20, rue Crémieux, Paris (XIIe).

de Crevoisier d'Hurbache (André), ingénieur, 26, rue Freycinet, Paris (XVIe).

Devaud, professeur au Grand Lycée, Marseille.

Communications.

La radiogoniométrie des ondes courtes par M. du Bourg.

Relations entre certains atmosphériques et les phénomènes météorologiques par M. le capitaine Bureau.

COMITÉ INTERSOCIÉTAIRE

Le Comité intersociétaire s'est réuni le 2 mai, sous la présidence de M. Mesny, secrétaire général de la Société des Amis de la T. S. F. Assistaient à la réunion: MM. Belin, Clavier, D[r] Corret, Franchette, Givelet et Quinet.

Le Comité s'est occupé de l'organisation du Congrès international d'amateurs de télégraphie sans fil qui doit avoir lieu à Paris dans le courant de l'année 1925.

Il a été décidé qu'une Commission préparatoire, composée de membres appartenant aux trois sociétés, serait constituée; cette

Commission, dont la première réunion aura lieu le 20 mai, devra étudier les différentes questions que soulève l'organisation du congrès, et, en particulier, les moyens financiers à mettre en œuvre.

Cette Commission sera constituée comme il suit : MM. Cartault, Clavier, Corret, Givelet, Hemardinquer, Laborie, Lakhovsky, Paraf, Quinet, Reynaud-Bonin, colonel Rouffet, Roussel, Taillefer, Waddington et de Waru.

Il sera fait appel, en outre, à la collaboration du Comité international juridique de T. S. F., et à celle des groupements de province. Il est à souhaiter que tous les amateurs français s'intéressent et s'associent à cet important événement, dont nous aurons bientôt l'occasion de reparler.

COMMISSION INTERMINISTÉRIELLE

La Commission interministérielle de T. S. F., où figurent, à côté des représentants des différents ministères, des délégués des sociétés d'amateurs, s'est réunie le 1er mai pour statuer sur les différentes demandes d'autorisation de postes émetteurs qui lui ont été soumises.

Elle a d'autre part inscrit à son programme pour sa réunion du 15 mai, la question extrêmement importante de l'étude de l'organisation de la radio-diffusion.

CONFÉRENCE DE GENÈVE AU SUJET DE LA RADIO-DIFFUSION

Une « conférence préliminaire pour une entente internationale en radiotéléphonie » s'est tenue à Genève, au palais Eynard, les 22 et 23 avril 1924. Ouverte au nom du Gouvernement suisse par M. le conseiller d'État Massard, ministre de l'Instruction publique, cette conférence a choisi pour président M. Isbrücher, ingénieur de la Compagnie des Téléphones, délégué de la Société radiotéléphonique des Pays-Bas et de la station d'Amsterdam. M. Rambert, président de la Société Radio-Électrique suisse, a été élu comme président d'honneur. Des délégués anglais, allemands, italiens, français, tchécoslovaques, chinois, polonais ont pris part à la réunion. M. Haas, directeur de la section du transit de la Société des Nations, qui assistait aux réunions, est venu donner l'assurance que la Société des Nations recevrait avec plaisir les suggestions de la Conférence au sujet d'une nouvelle réglementation internationale de la radiot[illegible]

Au sujet de la répartition des longueurs d'onde, la Conférence a émis le vœu qu'une nouvelle conférence intergouvernementale soit convoquée prochainement pour donner à la radiotéléphonie la possibilité de se développer le plus librement possible, proposant que certains champs de longueurs d'onde, nettement différents de ceux couverts par la télégraphie, soient réservés à la radio-diffusion; que d'autres champs soient réservés aux amateurs et que les droits de ceux-ci soient reconnus par tous les gouvernements; que les ondes amorties soient uniquement réservées aux signaux de secours des navires et aux signaux horaires.

Un autre vœu a été présenté et adopté à l'unanimité, tendant à l'emploi d'une langue internationale auxiliaire pour les émissions qui visent l'étranger, et demandant à toutes les stations de faire au moins un soir par semaine, à jour fixe, une émission en esperanto et si possible de transmettre des cours d'esperanto.

La Conférence a enfin chargé son bureau de former une commission chargée de créer un lien permanent entre les stations radiotéléphoniques des différents pays, principalement en ce qui concerne l'échange des horaires. Le siège de cet organe d'entente internationale serait Genève, siège de la Société des Nations.

CRÉATION D'UN RADIO-CLUB EN TCHÉCO-SLOVAQUIE

Nous avons reçu de Tchéco-Slovaquie l'annonce de la fondation du « Premier Radio-Club Tchéco-Slovaque » autorisé par le Gouvernement. Cette société qui compte parmi ses fondateurs le maire de la capitale, les professeurs de l'École technique et de l'Université Masaryk, des délégués officiels, des officiers et des industriels, se propose de contribuer de toutes les manières possibles au développement de la télégraphie et de la téléphonie sans fil et de réunir, pour ce faire, tous les autres clubs et toutes les personnes qui s'intéressent à la question en Tchéco-Slovaquie.

En nous annonçant cette nouvelle, les fondateurs du Premier Radio-Club Tchéco-Slovaque ont aussi tenu à transmettre à la Société des Amis de la T. S. F. leur vif désir d'entretenir avec elle les plus cordiales relations. Que les radiotélégraphistes Tchéco-Slovaques veuillent bien en retour trouver ici nos remerciements, avec l'assurance de toute notre sympathie et nos vœux pour la prospérité de leur association.



d'accrochage limite, supposée réalisée au préalable en l'absence du brouilleur, donne :

$$R = M\omega_1^2 [km - M] \frac{df_0}{dx}$$

d'où

$$\frac{df_0}{dx} + \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2 \frac{d^3f_0}{dx^3} I_2^2 = \frac{1}{\left(\frac{df_0}{dx}\right)^2}\left[\left(\frac{df_0}{dx}\right)^3 + \left(\frac{R}{M\omega}\right)^2 \frac{d^3f_0}{dx^3} I_2^2\right]$$

en posant l'approximation $\omega_1 = \omega_2 = \omega$.

Dans la région utile de la courbe, $\frac{df_0}{dx}$ est relativement grand. De plus R est petit et $M\omega$ grand, donc $\left(\frac{R}{M\omega}\right)^2$ très faible. On peut par suite négliger le deuxième terme du crochet devant le premier et écrire :

$$\varepsilon = -\rho \frac{k\frac{df_0}{dx}\eta + \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2 \frac{d^2f_0}{dx^2} I_2^2}{1 + \rho\frac{df_0}{dx}}$$

Ou :

(9)
$$\varepsilon = -\frac{\rho}{\Delta}\left[k\frac{df_0}{dx}\eta + b\frac{d^2f_0}{dx^2} I_2^2\right]$$

Δ et b étant des coefficients positifs :

$$b = \frac{\omega_2^2}{4}(km - M)^2$$

$$\Delta = 1 + \rho\frac{df_0}{dx}$$

Calcul de $(k\eta + \varepsilon)$. — Les relations (7) et (9) donnent tous calculs faits :

(10)
$$k\eta + \varepsilon = -\left[km^2\omega_2^2\left(1 - \frac{\rho}{\Delta}\frac{df_0}{dx}\right)C + \frac{b\rho}{\Delta}\frac{d^2f_0}{dx^2}\right] I_2^2$$

Expression de la variation de résistance. — En portant l'expression (10) dans l'expression de Δr donnée ci-dessus, (6) il vient après simplification :

(11)
$$\boxed{\Delta r = p I_2^2 + q I_2^4}$$

en posant :

$$p = \alpha\left[km^2\omega_2^2\left(1 - \frac{\rho}{\Delta}\frac{df_0}{dx}\right)C\frac{d^2f_0}{dx^2} + \frac{b\rho}{\Delta}\left(\frac{d^2f_0}{dx_2}\right)^2\right] - a\frac{d^3f_0}{dx^3}$$

$$q = -\frac{\alpha}{2}\left[km^2\omega^2\left(1 - \frac{\rho}{\Delta}\frac{df_0}{dx}\right)C + \frac{b\rho}{\Delta}\frac{d^2f_0}{dx^2}\right]^2 \frac{d^3f_0}{dx^3}$$

(A suivre.)

L. BRILLOUIN.
E. FROMY.

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Réunion du 30 avril 1924.

Liste des nouveaux membres.

MM. Tricoire (Jean), ingénieur, 12, rue Jabras, à Oran.

Neuburger (Jean), employé de commerce, 6, rue Pierre-le-Grand, Paris (VIIIe).

Yaniche (Louis), quartier-maître T. S. F. Cuirassé *Bretagne*, Toulon.

Larinier (Benoît), instituteur, 101, avenue Jean-Jaurès, Aubervilliers.

Nenot (Jean), ingénieur-électricien, 62, boulevard Magenta, Paris (X^e).

Lemaire (André), radio-électricien, 67, rue de Mouzaïa, Paris (XIXe).

Bonnefoi (Antonin), stagiaire à la Société industrielle des téléphones, 46, rue Albouy, Paris (X^e).

Capitaine Baffert (Adrien), Centre d'études des liaisons et transmissions, à Versailles.

Rousseau (Honoré), mécanicien, 15, rue du Caire, Paris (IIe).

Midy (Lucien), ingénieur A. et M., 6, rue Itasse, Maurecourt (S.-et-O.).

Grosjean (Raymond), employé de commerce, 20, rue Crémieux, Paris (XIIe).

de Crevoisier d'Hurbache (André), ingénieur, 26, rue Freycinet, Paris (XVIe).

Devaud, professeur au Grand Lycée, Marseille.

Communications.

La radiogoniométrie des ondes courtes par M. du Bourg.

Relations entre certains atmosphériques et les phénomènes météorologiques par M. le capitaine Bureau.

COMITÉ INTERSOCIÉTAIRE

Le Comité intersociétaire s'est réuni le 2 mai, sous la présidence de M. Mesny, secrétaire général de la Société des Amis de la T. S. F. Assistaient à la réunion : MM. Belin, Clavier, Dr Corret, Franchette, Givelet et Quinet.

Le Comité s'est occupé de l'organisation du Congrès international d'amateurs de télégraphie sans fil qui doit avoir lieu à Paris dans le courant de l'année 1925.

Il a été décidé qu'une Commission préparatoire, composée de membres appartenant aux trois sociétés, serait constituée; cette

Commission, dont la première réunion aura lieu le 20 mai, devra étudier les différentes questions que soulève l'organisation du congrès, et, en particulier, les moyens financiers à mettre en œuvre.

Cette Commission sera constituée comme il suit : MM. Cartault, Clavier, Corret, Givelet, Hemardinquer, Laborie, Lakhovsky, Paraf, Quinet, Reynaud-Bonin, colonel Rouffet, Roussel, Taillefer, Waddington et de Waru.

Il sera fait appel, en outre, à la collaboration du Comité international juridique de T. S. F., et à celle des groupements de province. Il est à souhaiter que tous les amateurs français s'intéressent et s'associent à cet important événement, dont nous aurons bientôt l'occasion de reparler.

COMMISSION INTERMINISTÉRIELLE

La Commission interministérielle de T. S. F., où figurent, à côté des représentants des différents ministères, des délégués des sociétés d'amateurs, s'est réunie le 1er mai pour statuer sur les différentes demandes d'autorisation de postes émetteurs qui lui ont été soumises.

Elle a d'autre part inscrit à son programme pour sa réunion du 15 mai, la question extrêmement importante de l'étude de l'organisation de la radio-diffusion.

CONFÉRENCE DE GENÈVE AU SUJET DE LA RADIO-DIFFUSION

Une « conférence préliminaire pour une entente internationale en radiotéléphonie » s'est tenue à Genève, au palais Eynard, les 22 et 23 avril 1924. Ouverte au nom du Gouvernement suisse par M. le conseiller d'État Massard, ministre de l'Instruction publique, cette conférence a choisi pour président M. Isbrücher, ingénieur de la Compagnie des Téléphones, délégué de la Société radiotéléphonique des Pays-Bas et de la station d'Amsterdam. M. Rambert, président de la Société Radio-Électrique suisse, a été élu comme président d'honneur. Des délégués anglais, allemands, italiens, français, tchécoslovaques, chinois, polonais ont pris part à la réunion. M. Haas, directeur de la section du transit de la Société des Nations, qui assistait aux réunions, est venu donner l'assurance que la Société des Nations recevrait avec plaisir les suggestions de la Conférence au sujet d'une nouvelle réglementation internationale de la radiotéléphonie.

Au sujet de la répartition des longueurs d'onde, la Conférence a émis le vœu qu'une nouvelle conférence intergouvernementale soit convoquée prochainement pour donner à la radiotéléphonie la possibilité de se développer le plus librement possible, proposant que certains champs de longueurs d'onde, nettement différents de ceux couverts par la télégraphie, soient réservés à la radio-diffusion; que d'autres champs soient réservés aux amateurs et que les droits de ceux-ci soient reconnus par tous les gouvernements; que les ondes amorties soient uniquement réservées aux signaux de secours des navires et aux signaux horaires.

Un autre vœu a été présenté et adopté à l'unanimité, tendant à l'emploi d'une langue internationale auxiliaire pour les émissions qui visent l'étranger, et demandant à toutes les stations de faire au moins un soir par semaine, à jour fixe, une émission en esperanto et si possible de transmettre des cours d'esperanto.

La Conférence a enfin chargé son bureau de former une commission chargée de créer un lien permanent entre les stations radiotéléphoniques des différents pays, principalement en ce qui concerne l'échange des horaires. Le siège de cet organe d'entente internationale serait Genève, siège de la Société des Nations.

CRÉATION D'UN RADIO-CLUB EN TCHÉCO-SLOVAQUIE

Nous avons reçu de Tchéco-Slovaquie l'annonce de la fondation du « Premier Radio-Club Tchéco-Slovaque » autorisé par le Gouvernement. Cette société qui compte parmi ses fondateurs le maire de la capitale, les professeurs de l'École technique et de l'Université Masaryk, des délégués officiels, des officiers et des industriels, se propose de contribuer de toutes les manières possibles au développement de la télégraphie et de la téléphonie sans fil et de réunir, pour ce faire, tous les autres clubs et toutes les personnes qui s'intéressent à la question en Tchéco-Slovaquie.

En nous annonçant cette nouvelle, les fondateurs du Premier Radio-Club Tchéco-Slovaque ont aussi tenu à transmettre à la Société des Amis de la T. S. F. leur vif désir d'entretenir avec elle les plus cordiales relations. Que les radiotélégraphistes Tchéco-Slovaques veuillent bien en retour trouver ici nos remerciements, avec l'assurance de toute notre sympathie et nos vœux pour la prospérité de leur association.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Émissions sur ondes courtes du Poste de la Tour Eiffel

Programme pour le mois de juin 1924

Lundi	Mardi	Vendredi	Samedi	Longueur d'onde
9	3	6	7	115 mètres
16	10	13	14	75 »
23	17	20	21	50 »
30	24	27	28	25 »

de 05 h 00 à	05 h 10	f f f f f
05 h 15	05 h 25	h h h h h
05 h 30	05 h 40	f f f f f
05 h 45	06 h 00	h h h h h
15 h 00	15 h 15	f f f f f
15 h 20	15 h 35	h h h h h
21 h 00	21 h 15	f f f f f
21 h 20	21 h 35	h h h h h

Le texte suivant sera passé en manipulation *très lente* et sera suivi de traits de quelques secondes pour mesures à l'écouteur shunté.

« v. v. v. de FL - FL - 115 mètres - émission f. f. f. ou h. h. h. »

Prière de nous signaler particulièrement les intensités relatives de l'émission à caractéristiques f f f f f et de l'émission à caractéristiques hhhhh ainsi que des circonstances atmosphériques.

Donner autant que possible des coefficients d'intensité à chacune des deux émissions, suivant code ci-dessous :

R 1 = signaux illisibles
R 2 = lisible très difficilement
R 3 = faible mais lisible
R 4 = signaux lisibles
R 5 = lisible confortablement
R 6 = très lisible, assez fort
R 7 = signaux forts
R 8 = signaux trop forts
R 9 = haut parleur

Adresser les renseignements au chef du Centre radioélectrique de Paris, poste de la Tour Eiffel. »

N. B. — Indépendamment de ces émissions, le poste de la Tour Eiffel transmet *chaque jour* aux heures TMG :

04 h 00 14 h 20 23 h 00

des bulletins météorologiques à destination de l'Amérique (longueur d'onde 115 mètres).

Radio-Club Forézien. — L'Assemblée générale des membres du Radio-Club Forézien a eu lieu le jeudi 10 avril.

Parmi les principales questions mises à l'ordre du jour, la plus importante est la modification des Statuts. Les principaux changements sont les suivants :

Art. 2. — Cotisations portées à 30 fr. pour les membres actifs et 40 francs pour les membres honoraires.

Art. 4. — Réduction des membres du Conseil d'administration ramené à 10 au lieu de 15 comme précédemment.

En outre le paragraphe suivant est ajouté :

« Ne peut faire partie du Conseil d'administration toute personne intéressée directement ou indirectement au commerce ou à l'industrie de la T. S. F. »

L'établissement d'un Comité directeur technique est également approuvé.

Le nouveau Conseil d'administration est ainsi constitué (Bureau nommé au cours de la réunion du Conseil du 16 avril consécutive à l'Assemblée générale) ;

Président : Antoine Claudinon, industriel.

Vice-présidents : Raimon, ingénieur Compagnie électrique de la Loire et du Centre ; Beutter, docteur.

Secrétaire : Courbon André, sous-chef ventes Mines de la Loire.

Bibliothécaire - secrétaire adjoint, E. Clément.

Trésorier : Despinasse, banquier.

Membres :

Courbon J., industriel.

Garnier, ingénieur à la Compagnie électrique de la Loire et du Centre.

Negadelle, ingénieur à la Compagnie électrique de la Loire et Centre.

Vercasson.

Le Comité directeur va immédiatement s'occuper de la nomenclature des appareils nécessaires tant pour l'émission que pour la réception.

Pour venir en aide à la trésorerie, une souscription est ouverte (Les sommes souscrites seront remboursées au fur et à mesure des disponibilités financières). Quelques membres sont déjà inscrits ; les sommes recueillies sont appréciables sans toutefois être suffisantes ; le Radio Club Forézien fait appel à tous ses membres et sera reconnaissant à tout nouveau souscripteur.

Avec les sommes déjà recueillies, nous avons pu en partie établir notre Laboratoire, 22, rue Désiré Claude. Un poste d'émission fonctionne déjà, mais peut être très sensiblement amélioré. Des appareils de réception font l'objet d'études actuelles de la Commission technique.

Radio-Club de la Côte d'Azur. — Nous apprenons qu'une assemblée extraordinaire de ce Club a eu lieu à Nice, le 2 mars dernier.

Vu l'accroissement du groupe, qui est passé en peu de temps de 150 à 250 membres, les fonctions de secrétaire et de trésorier ont été doublées par un secrétaire adjoint et par un trésorier adjoint ; de plus quatre conseillers ont été nommés pour aider à la direction du Club.

Quelques modifications ont été apportées aux statuts. En particulier, on a créé une section de « Membres Juniors » où auront accès tous les jeunes gens âgés de moins de 21 ans, désireux d'obtenir des notions suffisantes de T. S. F. leur permettant de s'intéresser à cette science nouvelle.

Des cours vont être professés dans ce but et le Radio-Club se propose de former des radio-télégraphistes aptes aux services de la Marine et du Génie.

Le Radio-Club va demander d'être agréé comme Société de préparation militaire.

Enfin ce club a pris l'initiative de réunir en une Fédération tous les groupes radio-télégraphistes de la région depuis Saint-Raphaël jusqu'à Menton. Il fait appel à tous les groupes existants et personnes isolées que la question intéresse et il espère arriver le plus rapidement possible à la création de cette Fédération.

Pour tous renseignements s'adresser à M. Bermon, vice-président, 12, quai Saint-Jean-Baptiste à Nice.

Radio-Club du Gâtinais. — Dans un but de vulgarisation, le Radio-Club du Gâtinais a décidé d'organiser une exposition d'appareils de T. S. F. et des industries annexes à la date du samedi 11 et dimanche 12 octobre prochain. Déjà de nombreux amateurs et constructeurs lui ont promis leur concours. Tous ceux qui s'intéressent à la T. S. F. pourront ainsi se rendre compte de ses progrès constants et juger des tout derniers perfectionnements. Ceux qui désireraient prendre part à cette manifestation sont priés de s'adresser à M. Liskenne, 28, rue de la Quintaine à Montargis. Le programme de ces deux journées sera donné ultérieurement.

Syndicat professionnel des Industries radio-électriques. — Le 7 avril 1924 à 15 heures, dans l'une des salles de l'hôtel des Anciens Elèves des Ecoles Nationales d'Arts et Métiers, s'est tenue l'Assemblée générale constitutive du « Syndicat professionnel des Industries radio-électriques ».

La création de ce Syndicat est l'heureuse conclusion des accords qui sont intervenus entre le Syndicat national des Industries radio-électriques et la Chambre syndicale de la T. S. F.

Librement et longuement débattus par une Commission intersyndicale, ces accords, en effet, mettent fin aux

divergences de vues qui existaient depuis environ deux ans entre les fabricants d'appareils de T. S. F.

Ils ont recueilli l'adhésion de l'unanimité des adhérents des deux groupements syndicaux.

Les bases essentielles de ces accords sont les suivantes :

1° Un arrangement est intervenu au sujet des difficultés auxquelles avaient donné lieu des questions de brevets pour la construction des appareils récepteurs de téléphonie sans fil.

2° En contre-partie d'un programme d'action très précis, comportant notamment la mise en exploitation de postes d'émission régionaux, les constructeurs et commerçants de T. S. F. s'engagent à subventionner les émissions de la Compagnie Française de Radiophonie, suivant un régime forfaitaire de redevances mensuelles en rapport avec l'importance de chaque maison.

La Compagnie Française de Radiophonie recevra au surplus, pour le programme de ses émissions, les suggestions d'un Comité dans lequel les fabricants et commerçants en T. S. F. seront largement représentés.

Comme conséquence de la pacification générale née de ces accords, la Chambre syndicale de la T. S. F. et le Syndicat national des Industries radio-électriques disparaissent et laissent place au seul Syndicat Professionnel des Industries radio-électriques.

Ce Syndicat, dont le siège social est fixé 25, boulevard Malesherbes à Paris, groupe dès sa naissance 61 membres.

Le Comité syndical élu au cours de l'Assemblée générale constitutive reflète bien, par sa composition, l'union si heureuse qui a été réalisée, au mieux des intérêts et des droits de tous.

Les membres de ce Comité syndical sont :

MM. Brenot, représentant la Société Française Radio-Electrique; Brunet, représentant la Société Brunet et Cie; Dalix, représentant la Compagnie Radio-Maritime; Delalande, représentant la Compagnie des Compteurs; Dubois, industriel; Gilbert, représentant la Compagnie Française d'Installations et Exploitations Electriques; Girardeau, représentant la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil; Guerlais, représentant la Société « Radio-Industrie »; Hurm, représentant les Etablissements Hurm; Lemouzy, représentant les Ateliers Lemouzy; Lévy, représentant les Etablissements Radio L. L.; Lezaud, représentant la Société Indépendante de Télégraphie sans Fil; Montastier, représentant les Etablissements Georg. Montastier, Rouge; Olivetti, représentant les Etablissements Autolume; Péricaud, représentant les Etablissements Péricaud; Poitrat, représentant la maison Mériaud et Poitrat; Regissaert, représentant la Société Radiosita; Saurel, représentant la Compagnie des Lampes; Serf, industriel; Thurneyssen, représentant la Société Radiotechnique; Vallette, représentant les Etablissements Ducretet et Tabouis, secrétaire, représentant la Compagnie Radio-France.

A l'issue de l'Assemblée générale constitutive, le Comité syndical a tenu sa première séance au cours de laquelle le bureau a été constitué comme suit :

Président : M. Girardeau, administrateur-délégué de la Compagnie Générale de Télegraphie sans Fil.

Vice-présidents : MM. le Commandant Brenot, directeur de la Société Française Radio-Electrique; Guerlais, directeur de la Société « Radio-Industrie »; Lévy, directeur des Etablissements Radio L. L.; Lézaud, directeur de la Société Indépendante de Télégraphie sans Fil; Olivetti, directeur des Etablissements Antolume.

Secrétaire-trésorier : M. Tabouis.

Et le Comité syndical a abordé de suite les problèmes essentiels qui se posent pour l'établissement du statut définitif de la Radiophonie française et le développement des industries qui y sont intéressées.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE QUELQUES PROCÉDÉS DE DÉTECTION DES OSCILLATIONS DE HAUTE FRÉQUENCE

Par M. Raymond DUBOIS

Ingénieur E. P. C., I. collaborateur scientifique au Centre d'études de la Marine à Toulon.

SOMMAIRE

a) Généralités sur la détection.
b) But particulier de la recherche exposée ici et méthode d'investigation utilisée.
c) Résultats obtenus dans l'étude des détecteurs actuels :
   Galène;
   Lampe détectant par courbure grille;
   Lampe détectant par courbure plaque.
d) Étude de la détection lorsqu'elle suit ou précède un amplificateur.
e) Vérifications expérimentales de la légitimité d'employer la caractéristique statique des lampes pour prévoir le fonctionnement détecteur quantitativement.

---

a) **Généralités sur la détection.** — La détection des oscillations électriques est une opération par laquelle on fait reproduire les variations d'amplitude des oscillations initiales par un courant de sens invariable.

Cette opération peut se faire par exemple en supprimant, partiellement ou totalement, toutes les demi-périodes de même sens du courant alternatif que l'on veut détecter. Dans ce cas c'est, à proprement parler, un redressement, avec perte d'une demi-période sur deux. C'est ainsi que fonctionnent pratiquement les lampes à deux électrodes des redresseurs industriels.

On peut aussi, au lieu d'engendrer le courant continu en rendant dissymétrique le courant alternatif, le produire par l'intermédiaire d'un phénomène faisant apparaître une force électro-motrice de sens invariable sous l'action de l'oscillation excitatrice. Les couples thermoélectriques fonctionnent de cette manière. Ils ne sont pas utilisés comme détecteurs pour la réception auditive des signaux, à cause de leur inertie. Il est possible cependant que les propriétés

détectrices de certains cristaux soient dues à un phénomène de ce genre.

On peut enfin, et c'est le principe du fonctionnement de la lampe à trois électrodes, utiliser la tension de haute fréquence pour modifier un courant préexistant et toujours de même sens (le courant-plaque), les modifications ayant lieu à la même fréquence, mais *sans proportionnalité* entre la valeur instantanée du courant continu et la tension alternative instantanée qui la provoque. La dissymétrie qui en résulte rend la valeur moyenne du courant continu variable avec l'amplitude de l'oscillation. C'est cette variation de la valeur moyenne qui constitue la détection.

Le but de la détection est de permettre la réception des signaux de T. S. F. par des appareils mécaniquement incapables d'obéir à des forces variant à la fréquence des oscillations de T. S. F. Ni le téléphone, ni les divers appareils télégraphiques n'ont une inertie assez faible pour obéir à des impulsions de sens inverse se reproduisant à des fréquences de plusieurs dizaines ou centaines de mille par seconde.

La détection permet d'alimenter ces appareils par un courant continu dont les variations sont provoquées par les signaux à interpréter — ceux-ci sont à fréquence suffisamment faible pour que les récepteurs puissent les suivre. Pour la réception au téléphone les fréquences bien reçues atteignent 2.000 par seconde (ceci dépend d'ailleurs des types de téléphones).

Les qualités que doivent présenter les détecteurs dépendent essentiellement de leur destination.

Pour l'écoute téléphonique il faut avant tout une grande sensibilité aux oscillations de très petite amplitude, avec, de préférence, une sensibilité plutôt réduite pour les trop grandes amplitudes afin de ne pas fatiguer inutilement l'oreille par les réceptions trop intenses et par les parasites puissants. Pour les mesures d'intensités de réception, et en particulier pour l'évaluation des taux de modulation, il faut un détecteur très fidèle et autant que possible de sensibilité uniforme.

Pour l'enregistrement des signaux, il faut, de plus — pour réduire le nombre des étages basse fréquence — que la sensibilité soit grande avec, si possible, des courants détectés suffisants pour permettre l'enregistrement direct.

b) **But particulier de la présente recherche. — Méthode d'investigation.** — L'étude des postes d'émission en ondes entretenues

modulées nous posait le problème de la mesure correcte et rapide des taux de modulation.

La méthode la plus directe consisterait à enregistrer à l'oscillographe Dufour « la courbe de l'intensité » dans l'antenne en fonction du temps. L'enveloppe de la sinusoïde de haute fréquence fournirait le renseignement demandé.

Si nous appelons A l'amplitude moyenne de haute fréquence et *a*

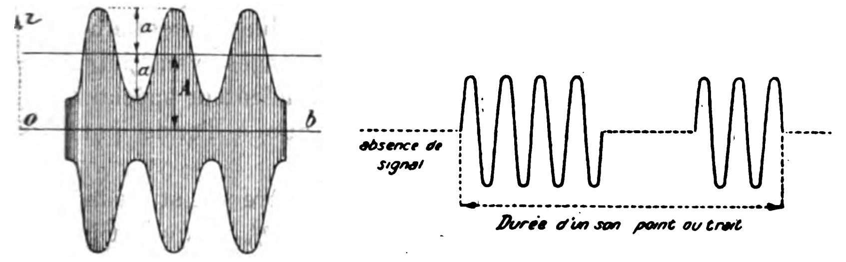


Fig. 1 et fig. 2.

l'amplitude de la sinusoïde constituant la courbe enveloppe (fig. 1) on peut appeler taux de modulation le rapport :

$$m = \frac{a}{A}$$

Cette modulation est totale quand l'intensité de haute fréquence s'annule à chaque minimum [1].

Comme nous ne disposions pas d'un oscillographe Dufour, qui ne nous aurait permis d'ailleurs que l'étude directe des postes d'émission et non celle des réceptions de postes en essais à grande distance, nous nous sommes attachés à résoudre le problème par une autre méthode, suffisamment sensible pour permettre l'étude de postes très éloignés.

L'idée était la suivante : Si l'on disposait d'un détecteur que l'on puisse étalonner, il serait possible, en oscillographiant le courant détecté avec un appareil convenable, d'obtenir la courbe-enveloppe sans enregistrer en haute fréquence, ce qui simplifie infiniment le problème.

L'oscillographe spécial existait déjà. J'ai en effet réalisé un nouvel

---

[1] On appelle souvent dans la pratique, taux de modulation, le rapport

$$\alpha = \frac{2a}{A + a}$$

qui prend la valeur 1 quand la modulation est totale.

détectrices de certains cristaux soient dues à un phénomène de ce genre.

On peut enfin, et c'est le principe du fonctionnement de la lampe à trois électrodes, utiliser la tension de haute fréquence pour modifier un courant préexistant et toujours de même sens (le courant-plaque), les modifications ayant lieu à la même fréquence, mais *sans proportionnalité* entre la valeur instantanée du courant continu et la tension alternative instantanée qui la provoque. La dissymétrie qui en résulte rend la valeur moyenne du courant continu variable avec l'amplitude de l'oscillation. C'est cette variation de la valeur moyenne qui constitue la détection.

Le but de la détection est de permettre la réception des signaux de T. S. F. par des appareils mécaniquement incapables d'obéir à des forces variant à la fréquence des oscillations de T. S. F. Ni le téléphone, ni les divers appareils télégraphiques n'ont une inertie assez faible pour obéir à des impulsions de sens inverse se reproduisant à des fréquences de plusieurs dizaines ou centaines de mille par seconde.

La détection permet d'alimenter ces appareils par un courant continu dont les variations sont provoquées par les signaux à interpréter — ceux-ci sont à fréquence suffisamment faible pour que les récepteurs puissent les suivre. Pour la réception au téléphone les fréquences bien reçues atteignent 2.000 par seconde (ceci dépend d'ailleurs des types de téléphones).

Les qualités que doivent présenter les détecteurs dépendent essentiellement de leur destination.

Pour l'écoute téléphonique il faut avant tout une grande sensibilité aux oscillations de très petite amplitude, avec, de préférence, une sensibilité plutôt réduite pour les trop grandes amplitudes afin de ne pas fatiguer inutilement l'oreille par les réceptions trop intenses et par les parasites puissants. Pour les mesures d'intensités de réception, et en particulier pour l'évaluation des taux de modulation, il faut un détecteur très fidèle et autant que possible de sensibilité uniforme.

Pour l'enregistrement des signaux, il faut, de plus — pour réduire le nombre des étages basse fréquence — que la sensibilité soit grande avec, si possible, des courants détectés suffisants pour permettre l'enregistrement direct.

b) **But particulier de la présente recherche. — Méthode d'investigation.** — L'étude des postes d'émission en ondes entretenues

modulées nous posait le problème de la mesure correcte et rapide des taux de modulation.

La méthode la plus directe consisterait à enregistrer à l'oscillographe Dufour « la courbe de l'intensité » dans l'antenne en fonction du temps. L'enveloppe de la sinusoïde de haute fréquence fournirait le renseignement demandé.

Si nous appelons A l'amplitude moyenne de haute fréquence et a

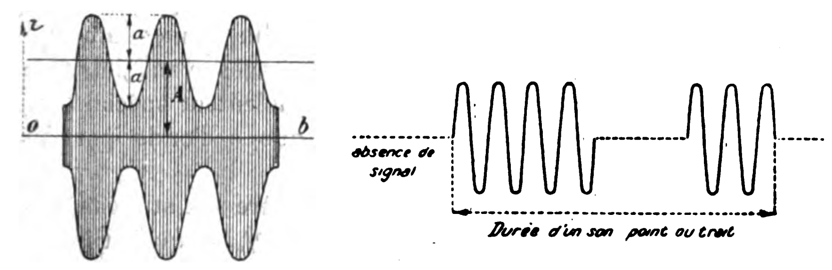


Fig. 1 et fig. 2.

l'amplitude de la sinusoïde constituant la courbe enveloppe (fig. 1) on peut appeler taux de modulation le rapport :

$$m = \frac{a}{A}$$

Cette modulation est totale quand l'intensité de haute fréquence s'annule à chaque minimum ([1]).

Comme nous ne disposions pas d'un oscillographe Dufour, qui ne nous aurait permis d'ailleurs que l'étude directe des postes d'émission et non celle des réceptions de postes en essais à grande distance, nous nous sommes attachés à résoudre le problème par une autre méthode, suffisamment sensible pour permettre l'étude de postes très éloignés.

L'idée était la suivante : Si l'on disposait d'un détecteur que l'on puisse étalonner, il serait possible, en oscillographiant le courant détecté avec un appareil convenable, d'obtenir la courbe-enveloppe sans enregistrer en haute fréquence, ce qui simplifie infiniment le problème.

L'oscillographe spécial existait déjà. J'ai en effet réalisé un nouvel

---

([1]) On appelle souvent dans la pratique, taux de modulation, le rapport

$$\alpha = \frac{2a}{A + a}$$

qui prend la valeur 1 quand la modulation est totale.

oscillographe pour fréquences musicales (Brevet français 569.771), dont la sensibilité permet d'obtenir un enregistrement lisible pour les courants de l'ordre du dixième de milliampère. Cet appareil étant actuellement au point et permettant d'enregistrer les courants de fréquence dépassant 2.000 périodes par seconde, il restait pour établir un montage de mesure de taux de modulation, à trouver un procédé de détection satisfaisant.

Les premiers essais utilisaient la détection par lampe avec résistance de fuite sur la grille (capacité shuntée par quatre mégohms avec amplification haute fréquence par un ou deux étages avant détection, et avec amplification basse fréquence par amplificateur spécial — ne supprimant pas la composante continue due à l'onde porteuse détectée).

Ces essais montrèrent des anomalies à première vue stupéfiantes : les taux de modulation dépassaient parfois 100 %, ce qui est incompatible avec la définition de la figure 1, le courant détecté n'ayant qu'un seul sens possible.

On obtenait par exemple les enregistrements analogues à celui de la figure 2, qui indiquaient un mode de détection incorrect (Courbe descendant au-dessous du zéro). Afin de réaliser un montage sûr nous fûmes donc amenés à reprendre l'étude des divers procédés de détection.

Nous avons poursuivi cette recherche en établissant pour chaque détecteur sa courbe caractéristique, c'est-à-dire le courant continu qu'on peut recueillir en fonction de la tension alternative qui lui est fournie. Ce renseignement était complété par une mesure des constantes de temps à l'oscillographe, qui permettait de savoir si le détecteur suivait rapidement ou non les variations d'amplitude de l'onde haute fréquence.

Cette recherche a permis de préciser un grand nombre de points importants, elle a fourni en particulier la solution du problème posé par la mesure des taux de modulation, mais elle est loin d'être complète et je signalerai dans le courant de l'exposé la plupart des points qui pourraient utilement être repris — le temps me manquant malheureusement pour poursuivre ces recherches pourtant extrêmement intéressantes.

Montage utilisé pour déterminer les caractéristiques de détection. — Un oscillateur O entretient dans une bobine B un courant de haute fréquence de longueur d'onde connue (mesurée à l'aide d'un ondemètre Armagnat) que nous avons fait varier entre 600 mètres et 2.000 mètres

dans nos essais. On couple très lâchement la self du circuit oscillant LC avec B. Un thermo-couple indique l'intensité dans le circuit oscillant (il permettait de mesurer les courants de 1 à 20 milliampères efficaces). Le détecteur était aux bornes du condensateur C (condensateur étalonné). Il était facile de connaître la tension U aux bornes du détecteur puisque, pour les détecteurs très résistants (ce qui était le cas dans ces essais), l'intensité mesurée par le thermo-couple étant I, on a :

$$U_c = \frac{I}{\omega C} \quad \left(\omega = 2\pi F = \frac{2\pi V}{\lambda} = \frac{6{,}28 \times 3.10^5}{\lambda \text{ kilm}}\right).$$

Ceci suppose que le thermo-couple mesure l'intensité dans le condensateur, ce qui n'est vrai que pour les détecteurs infiniment résistants; en fait, l'erreur introduite est très faible dans les conditions de l'expérience, car les espaces filament-grille sont très résis-

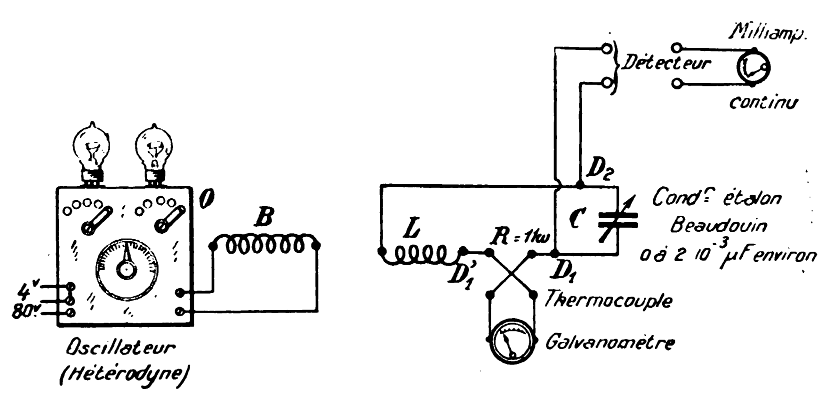


Fig. 3.

tants. Dans le cas de la galène on peut avoir intérêt à connecter le détecteur entre D'_1 et D_2 pour éviter les erreurs dues aux courants dérivés dans la galène.

Le tracé d'une caractéristique est très simple. On fait varier la tension-plaque de l'oscillateur par un potentiomètre, ce qui modifie moins la longueur d'onde que d'agir sur le chauffage. Pour chaque valeur de la tension-plaque on rétablit exactement la résonance en réglant C. On note C et λ (d'où ω). On note l'intensité haute fréquence et l'intensité continue fournie par le détecteur. Puis on trace la caractéristique de détection :

$$I \text{ continu} = f\,(i \sim eff \text{ H F}) \text{ pour } \lambda = \text{constante}.$$

La constante de temps était étudiée de la manière suivante :

Dans le montage de la figure 3 nous remplacions le milliampère-

oscillographe pour fréquences musicales (Brevet français 569.771), dont la sensibilité permet d'obtenir un enregistrement lisible pour les courants de l'ordre du dixième de milliampère. Cet appareil étant actuellement au point et permettant d'enregistrer les courants de fréquence dépassant 2.000 périodes par seconde, il restait pour établir un montage de mesure de taux de modulation, à trouver un procédé de détection satisfaisant.

Les premiers essais utilisaient la détection par lampe avec résistance de fuite sur la grille (capacité shuntée par quatre mégohms avec amplification haute fréquence par un ou deux étages avant détection, et avec amplification basse fréquence par amplificateur spécial — ne supprimant pas la composante continue due à l'onde porteuse détectée).

Ces essais montrèrent des anomalies à première vue stupéfiantes : les taux de modulation dépassaient parfois 100 %, ce qui est incompatible avec la définition de la figure 1, le courant détecté n'ayant qu'un seul sens possible.

On obtenait par exemple les enregistrements analogues à celui de la figure 2, qui indiquaient un mode de détection incorrect (Courbe descendant au-dessous du zéro). Afin de réaliser un montage sûr nous fûmes donc amenés à reprendre l'étude des divers procédés de détection.

Nous avons poursuivi cette recherche en établissant pour chaque détecteur sa courbe caractéristique, c'est-à-dire le courant continu qu'on peut recueillir en fonction de la tension alternative qui lui est fournie. Ce renseignement était complété par une mesure des constantes de temps à l'oscillographe, qui permettait de savoir si le détecteur suivait rapidement ou non les variations d'amplitude de l'onde haute fréquence.

Cette recherche a permis de préciser un grand nombre de points importants, elle a fourni en particulier la solution du problème posé par la mesure des taux de modulation, mais elle est loin d'être complète et je signalerai dans le courant de l'exposé la plupart des points qui pourraient utilement être repris — le temps me manquant malheureusement pour poursuivre ces recherches pourtant extrêmement intéressantes.

Montage utilisé pour déterminer les caractéristiques de détection. — Un oscillateur O entretient dans une bobine B un courant de haute fréquence de longueur d'onde connue (mesurée à l'aide d'un ondemètre Armagnat) que nous avons fait varier entre 600 mètres et 2.000 mètres

dans nos essais. On couple très lâchement la self du circuit oscillant LC avec B. Un thermo-couple indique l'intensité dans le circuit oscillant (il permettait de mesurer les courants de 1 à 20 milliampères efficaces). Le détecteur était aux bornes du condensateur C (condensateur étalonné). Il était facile de connaître la tension U aux bornes du détecteur puisque, pour les détecteurs très résistants (ce qui était le cas dans ces essais), l'intensité mesurée par le thermo-couple étant I, on a :

$$U_c = \frac{I}{\omega C} \quad \left(\omega = 2\pi F = \frac{2\pi V}{\lambda} = \frac{6{,}28 \times 3.10^5}{\lambda \text{ kilm}}\right).$$

Ceci suppose que le thermo-couple mesure l'intensité dans le condensateur, ce qui n'est vrai que pour les détecteurs infiniment résistants; en fait, l'erreur introduite est très faible dans les conditions de l'expérience, car les espaces filament-grille sont très résis-

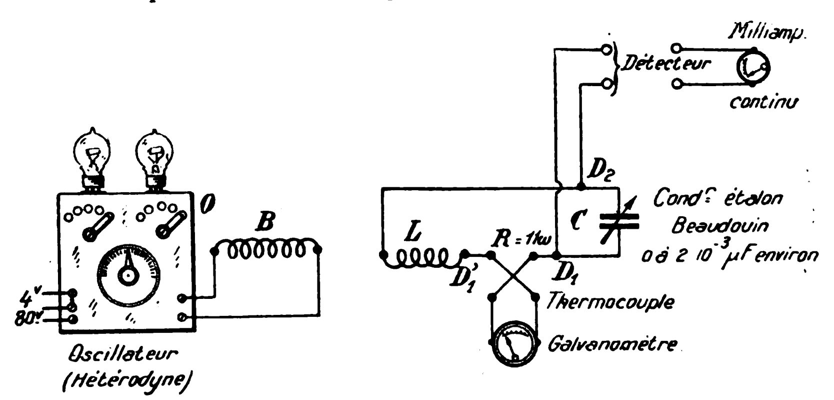


Fig. 3.

tants. Dans le cas de la galène on peut avoir intérêt à connecter le détecteur entre D'_1 et D_2 pour éviter les erreurs dues aux courants dérivés dans la galène.

Le tracé d'une caractéristique est très simple. On fait varier la tension-plaque de l'oscillateur par un potentiomètre, ce qui modifie moins la longueur d'onde que d'agir sur le chauffage. Pour chaque valeur de la tension-plaque on rétablit exactement la résonance en réglant C. On note C et λ (d'où ω). On note l'intensité haute fréquence et l'intensité continue fournie par le détecteur. Puis on trace la caractéristique de détection :

$$I \text{ continu} = f\,(i \sim eff \text{ H F}) \text{ pour } \lambda = \text{constante}.$$

La constante de temps était étudiée de la manière suivante :

Dans le montage de la figure 3 nous remplacions le milliampère-

mètre par l'oscillographe et nous interrompions la tension plaque de l'oscillateur par un tikker à fréquence musicale (¹) qui jouait le rôle d'un manipulateur d'émission très rapide et très régulier. Il était facile de relever les retards et constantes de temps sur les enregistrements photographiques et de vérifier ainsi les prévisions théoriques.

c) **Résultats obtenus dans l'étude des détecteurs actuels.**

1° *Galène.* — Nous avons commencé par déterminer en courant continu comment variait l'intensité à travers la galène en fonction de la tension appliquée. Ceci nous a permis de reconnaître qu'entre deux galènes inégalement sensibles, c'était la plus résistante qui détectait le mieux. (Ceci n'est, d'ailleurs, peut-être pas général.) La

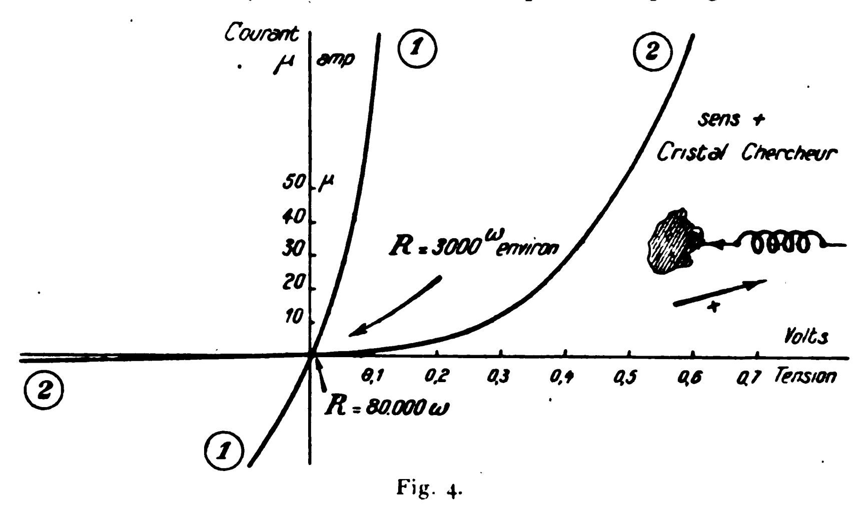


Fig. 4.

courbe 1 et la courbe 2 montrent la différence qui peut exister entre deux galènes. La courbe 2 est relative à la meilleure galène. C'est cette dernière qui a été utilisée dans les essais qui seront décrits plus loin.

La différence fondamentale entre les deux échantillons est que l'un possède des points sensibles peu résistants (3 000 ohms environ) mais avec courbe assez faible à l'origine, tandis que le second est très résistant mais avec une courbure plus marquée.

(¹) A ce sujet nous sommes heureux de remercier M. le capitaine de frégate Bion qui a bien voulu pour ces essais nous prêter l'excellent tikker à corde vibrante qu'il a réalisé et qui coupe très régulièrement un contact à une fréquence musicale très pure.

(Par exemple R pour + $0^v,2$ serait 40 000 ω
et R pour — $0^v,2$: 100 000 ω.)

Une telle galène donne lieu à une bonne détection parce qu'elle amortit peu le circuit oscillant grâce à sa forte résistance, et ensuite parce que les demi-périodes du sens positif (sens : cristal vers chercheur) passent beaucoup plus facilement que les autres. Naturellement dans une réception directe avec une galène aussi résistante, il faut un téléphone à grande résistance comme ceux qui sont construits pour les amplificateurs. On remarque que de ce côté il y a également bénéfice car la résistance du téléphone reste cependant relativement faible devant celle de la galène de sorte que la détection est peu diminuée par l'introduction en série de cette résistance ohmique. L'emploi d'un condensateur de quelques millièmes pour shunter le téléphone est d'ailleurs excellent bien qu'en fait la capacité entre spires des enroulements téléphoniques suffise généralement pour laisser passer la haute fréquence très convenablement. (C'est une question de longueur d'onde et de type de téléphone.)

Comme l'emploi de la galène seule n'avait pas d'intérêt pour nous puisqu'il fallait pouvoir enregistrer à l'oscillographe des postes éloignés, l'étude de la détection par galène seule n'a pas été poussée, les recherches ayant porté surtout sur les procédés dans lesquels la galène travaille sur la grille d'une lampe basse fréquence (avec ou sans amplification haute fréquence (voir la partie : *d*).

Parmi les recherches qui présenteraient beaucoup d'intérêt pratique, on pourrait signaler l'établissement des courbes de détection : I continu $= f$ (V alternatif) à diverses fréquences pour un même point de galène et l'extension de cette étude à un grand nombre de points d'une même galène puis enfin à l'étude comparée de plusieurs galènes.

Note. — Beaucoup de travaux théoriques ont été faits sur la détection par galène, malheureusement nous n'en connaissons pas qui fournissent d'une manière détaillée des renseignements pratiques sur ces différentes questions. Nous serions d'ailleurs très reconnaissants aux lecteurs qui pourraient nous indiquer de tels travaux.

2° *Détection par lampe au moyen de la courbure-grille.* — Le procédé de détection classique est celui qui consiste à transmettre les oscillations à la grille par une capacité Cg shuntée par une résistance de 4 mégohms placée entre la grille et le 4 volts. Le mécanisme de cette détection est bien connu (voir par exemple : « La lampe à trois électrodes », de M. Gutton, Conférences-Rapports sur la physique).

Il repose sur l'abaissement de la tension grille par la chute ohmique due au courant-grille dans Rg. Nous voudrions simplement montrer

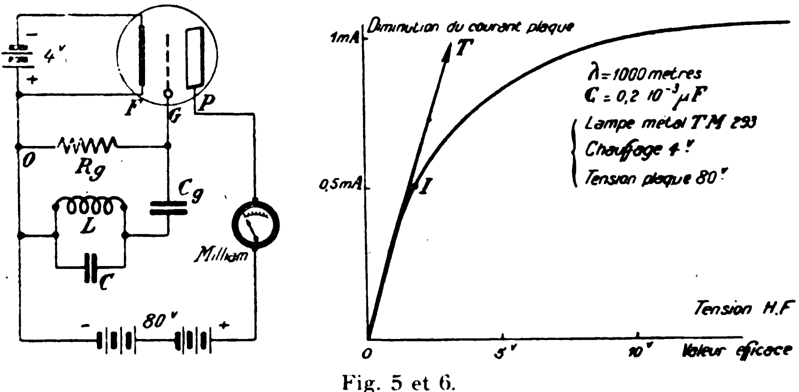


Fig. 5 et 6.

que ce mode de détection peut être excellent ou déplorable suivant le but qu'on se propose et les valeurs choisies pour Rg et Cg. Nous dirons ensuite quelques mots du cas R$g = \infty$ (grille isolée ou « grille en l'air »).

Caractéristique de détection par capacité-grille shuntée par une résistance de fuite. — En l'absence d'oscillation, le courant-plaque prend une valeur assez voisine de celle qui correspond à une

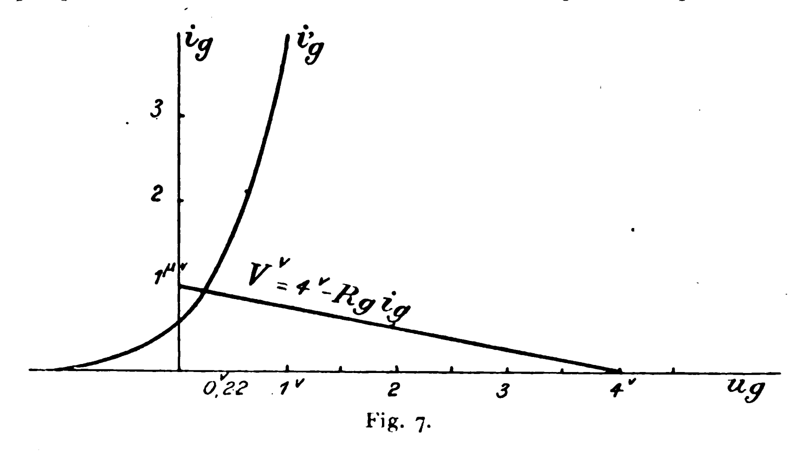


Fig. 7.

tension-grille nulle (c'est-à-dire au potentiel du pôle négatif du filament que nous prendrons constamment comme origine des potentiels dans ce mémoire).

Ceci provient du fait que le courant-grille s'établit à la valeur

représentée par l'intersection de la droite $V = 4^v - Rg \times ig$ (Rg résistance shuntant la capacité) avec la caractéristique de courant-grille en fonction de la tension-grille (fig. 7).

Pour $Rg = 4$ Mégohms on trouve, pour une lampe TM 293, chauffée à 4^v exactement et sous 80^v de tension plaque :

$$\begin{cases} i_g = 0{,}945 \; 10^{-6 \text{ amp}} \\ u_g = +\, 0^v{,}22 \\ i_p = 1{,}72 \; 10^{-3 \text{ amp}} \end{cases}$$

Avec $Rg = 8.10^{6 \text{ ohms}}$ on aurait :

$$\begin{cases} ig = 0{,}5 \; 10^{-6 \text{ amp}} \\ ug = +\, 0^v{,}05 \\ ip = 1{,}65 \; 10^{-3 \text{ amp}} \end{cases}$$

On est dans la région très courbée de la caractéristique-grille. Toute oscillation donne lieu à une augmentation du courant-grille moyen d'où augmentation de la chute ohmique Ri_g moy. Le potentiel de grille diminue, le courant moyen de plaque diminue aussi.

Pour les amplitudes de haute fréquence très petites, la détection est faible car le rayon de courbure de la caractéristique-grille $ig = f(Ug)$ est fini, et non nul, ce qui veut dire que pour les amplitudes infiniment petites la courbe est remplaçable par sa tangente, — dans ce cas, la dissymétrie disparaissant, il n'y a pas détection sensible (fig. 6).

La sensibilité du détecteur croît rapidement avec l'amplitude de haute fréquence, puis elle diminue à cause de la courbure de la caractéristique-plaque $i_p = f(Ug)$. En effet, la chute ohmique, très grande pour les grandes amplitudes, ne peut cependant plus faire décroître le courant-plaque moyen pour deux raisons : d'abord le courant-plaque tend asymptotiquement vers zéro, et ne peut devenir négatif, ceci impose donc une limite supérieure pour la diminution du courant-plaque limite correspondant à l'annulation de sa valeur.

De plus, le fait que, pendant les demi-périodes positives, la tension-grille devient positive, donne au courant-plaque des valeurs instantanées non nulles dont la moyenne reste positive.

En somme, il y a détection-plaque s'opposant partiellement à la détection-grille.

Ce point a une très grosse importance, nous allons voir qu'il est la cause d'une anomalie fort curieuse dans les enregistrements des courants détectés par cette méthode.

Étudions en effet la rapidité avec laquelle le courant de haute fré-

quence agit sur le courant moyen de plaque. Pour cela suivons pas à pas le phénomène.

Supposons qu'on émette des traits en ondes entretenues d'amplitude constante. Nous négligerons la constante de temps des antennes et circuits oscillants.

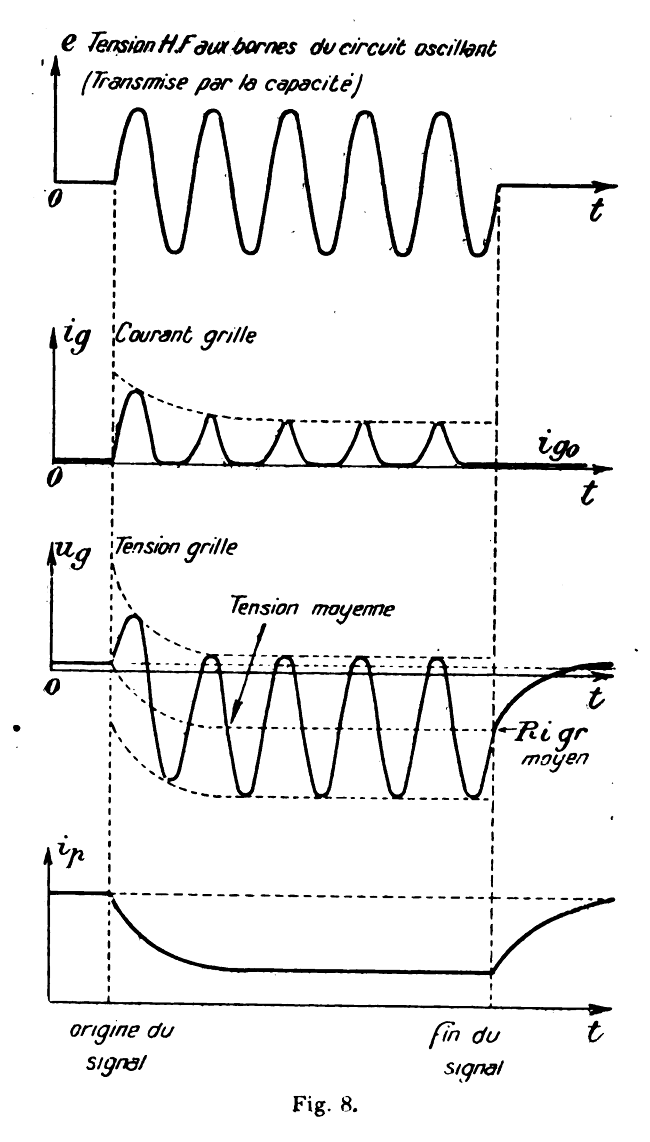
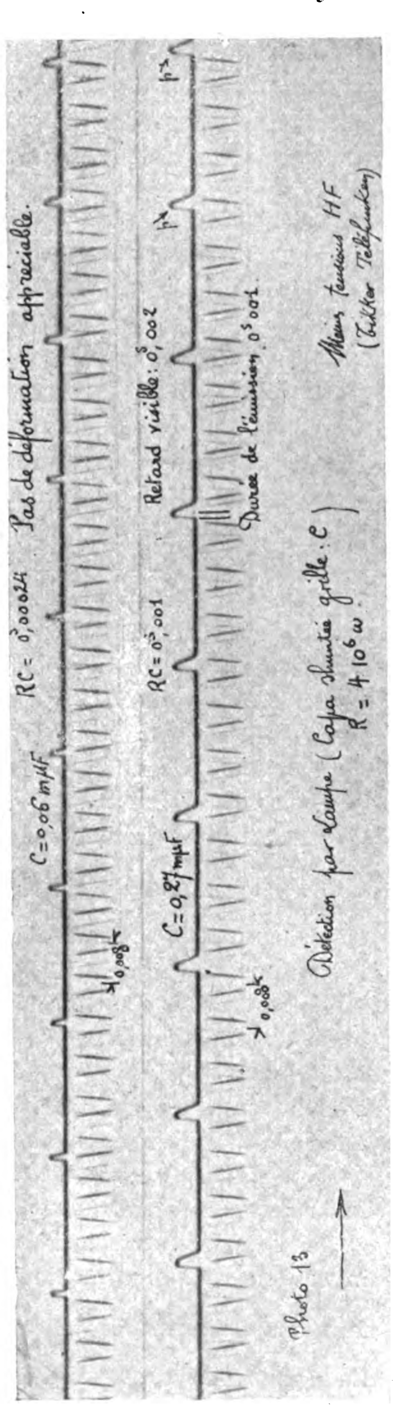


Fig. 8.

Représentons (fig. 8) les diverses grandeurs (i_g, u_g, i_p) en fonction du temps.

Oscillogramme 12.



Oscillogramme 13.

L'oscillation-grille commence immédiatement, avec elle l'accroissement du courant-grille. Mais cette augmentation de courant-grille n'entraîne pas instantanément une chute ohmique proportionnelle parce que la capacité Cg emmagasine des électrons pour changer de potentiel. Autrement dit le circuit comportant de la capacité et une résistance, les phénomènes d'établissement d'un nouveau régime ne sont pas instantanés. Si les modifications de la tension moyenne de grille ne réagissaient pas sur les variations du courant moyen de grille qui les provoquent, l'établissement obéirait à la même loi que celui d'un courant continu. La constante de temps serait : $T = \mathrm{RC}$.

En fait l'abaissement de la tension-grille réduit le courant moyen. Ceci diminue très légèrement le temps nécessaire pour atteindre le régime permanent. La différence est d'ailleurs faible.

Supposons $\mathrm{R} = 4.10^6$ ohms (valeur normale) et prenons la plus petite capacité Cg admissible.

La capacité grille-filament est, pour une lampe Métal ordinaire de l'ordre de 20 centimètres ou 22 $\mu\mu$ Farad (22.10^{-12} Fd). Pour que la tension-grille représente au moins les 9/10 de la tension appliquée aux bornes du détecteur, il faut que Cg soit au moins neuf fois la capacité grille. Il faut donc $Cg \geqslant 9 \times 22\ 10^{-12} \geqslant 200\ 10^{-12}$ ou $0{,}2\ 10^{-9}$ ou 0,2 millièmes de microfarad.

Pour les capacités plus faibles, la perte de sensibilité deviendrait vite notable.

La constante de temps serait : $T = \mathrm{RC} = 0{,}2\ 10^{-9} \times 4\ 10^6 = 0{,}8.10^{-3}$ ou $\frac{0{,}8}{1000}$ de seconde. C'est dire que l'amplitude d'une modulation de fréquence 1250 est réduite d'environ 30 %, les fréquences plus élevées l'étant bien davantage.

Ce sont là des conditions admissibles pratiquement en télégraphie, mais qui le sont moins en radiotéléphonie. Des travaux étrangers très intéressants ont montré que les fréquences supérieures à 1500 p. s. sont aussi utiles à la compréhension de la parole que toutes les fréquences inférieures à ce nombre. Quant à la musique, elle perd son charme si l'altération des harmoniques élevés change le timbre et favorise trop les notes graves.

Ici, comme en microphonie, la fidélité et la pureté varient en sens inverse de la sensibilité. Pour avoir une réception non déformée, il ne faut pas craindre de prendre $Cg = 0{,}1\ \mu\mathrm{F}$ ($T = 0{,}4 10^{-3}$ ou $\frac{1}{2500}$ sec). La sensibilité est alors réduite de 20 % pour une lampe TM ordinaire, mais la détection n'occasionne plus de distorsion.

La réduction de la résistance permet aussi de réduire la constante de temps mais c'est également au prix d'une perte de sensibilité. La meilleure solution consiste à prendre pour détectrice une lampe à cornes. La capacité étant alors bien plus faible, il n'y a plus d'inconvénient à prendre $Cg = 0{,}1\ \mu F$.

Bien des amateurs prennent des capacités Cg de l'ordre de $1\ \mu F$ ou plus sans se douter que c'est là qu'ils introduisent la grande partie de la distorsion qui exagère les sons graves des radioconcerts.

Par exemple : $Cg = 2\ \mu F$ donne $T = 2 \times 4\ 10^{-3} = \frac{8}{1000} = \frac{1}{124}$ sec. Les sons très graves seuls sont correctement transmis par un tel montage.

Les oscillogrammes n° 13 et n° 12 montrent nettement la croissance de la constante de temps avec la capacité.

Nous avons volontairement négligé jusqu'ici l'influence de la courbure-plaque, tout ce que nous avons dit s'appliquant aux amplitudes suffisamment faibles pour ne pas sortir de la région rectiligne de la caractéristique.

Les choses se compliquent un peu quand l'abaissement du courant-plaque moyen amène les oscillations dans la région courbée; il y a

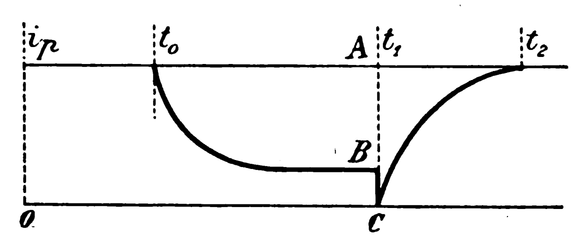


Fig. 9.

alors détection-plaque diminuant l'effet de la détection-grille. En effet les deux demi-périodes élevant la tension-grille, donnent lieu à des courants-plaques bien plus grands que ceux des autres demi-périodes. Comme il n'y a pas de capacité notable dans le circuit-plaque, ni de grande résistance, cette détection est pratiquement instantanée. Elle apparaît avec la première onde et disparaît avec la dernière, tandis que la détection-grille est prolongée pendant le temps mis par la capacité Cg à se décharger à travers Rg. Il en résulte que pour les grandes amplitudes l'aspect de la courbe du courant détecté est la suivante (voir fig. 9) : $t_0\ t_1$ est la durée réelle du signal, $t_1\ t_2$ le retard dû à la capacité Cg, AC serait la détection-grille seule, BC la contre-détection-

plaque. La fin du signal se traduit donc par une *augmentation du courant détecté*, au lieu de l'annulation. Ceci déforme donc les courbes d'enregistrement (voir les crochets *p* dans les courbes 12 et 13).

Le remède consiste à éviter d'atteindre la courbure-plaque : pour cela, il suffit de prendre par exemple 160 volts de tension-plaque, la région linéaire utilisable est alors beaucoup plus étendue et l'enregistrement est possible à l'échelle optima sans sortir de cette région (il suffit d'un milliampère pour que la déviation atteigne 20 millimètres).

(*A suivre.*) Raymond Dubois.

L'INFLUENCE DU BROUILLAGE SUR LES RÉCEPTEURS A RÉACTION

Par L. **BRILLOUIN**, *Docteur ès sciences*
et E. **FROMY**, *Ingénieur à l'E. C. M. R.*

ETUDE D'UN RÉCEPTEUR A LAMPES (*suite*).

III. — Discussion des résultats.

Interprétation physique. — Nous commencerons par chercher l'interprétation physique des divers termes qui entrent dans l'expression de la variation de résistance.

1° $\alpha k m^2 \omega_2^2 \left(1 - \frac{\rho}{\Delta} \frac{df_0}{dx}\right) \frac{d^2 f_0}{d\lambda^2} C I_2^2.$

Ce terme s'annule avec C. Il est donc lié à l'existence du condensateur shunté sur le circuit de grille et représente la perturbation provoquée par l'abaissement du potentiel moyen de la grille.

Il se décompose en deux, lorsqu'on développe la parenthèse.

Le premier terme ainsi obtenu est indépendant de ρ et représente l'influence directe de la variation de tension moyenne de grille.

Le second au contraire, qui est toujours de signe contraire au premier $\left(\frac{df_0}{dx} > 0\right)$, s'annule avec ρ; il représente l'influence de la variation de tension moyenne de plaque qui résulte de la variation de tension moyenne de grille et qui se produit toujours en sens contraire.

Enfin, le terme considéré s'annule avec $\frac{d^2 f_0}{dx^2}$, c'est-à-dire lorsque la caractéristique est rectiligne, et peut s'écrire en remplaçant Δ par sa valeur :

$$\frac{\alpha k m^2 \omega_2^2 C \frac{d^2 f_0}{dx^2}}{1 + \rho \frac{df_0}{dx}} I_2^2 = \mu C \frac{d^2 f_0}{dx^2} I_2^2 \tag{12}$$

en posant

$$\mu = \frac{\alpha k m^2 \omega_2^2}{1 + \rho \frac{df_0}{dx}}.$$

Il est positif dans le coude inférieur $\left(\frac{d^2f_0}{dx^2}>0\right)$ et négatif dans le coude supérieur $\left(\frac{d^2f_0}{dx^2}<0\right)$.

Au point de vue physique, il correspond à une variation de la résistance négative, donc du pouvoir amplificateur en ampères $K'=\frac{dj}{du}$ de la lampe, lié au coefficient angulaire de la tangente à la courbe $j=f(ku+v)$ au point de fonctionnement. Comme la variation de la tension de grille est toujours une diminution, le sens de la variation de K', donc de r, dépend uniquement de la position du point de fonctionnement sur la caractéristique. Cette manière de voir conduit exactement aux mêmes résultats que la discussion algébrique, en effet :

Dans le coude inférieur un abaissement du potentiel de grille provoque une diminution de K', donc une augmentation de la résistance du circuit oscillant r (phénomène A).

Dans le coude supérieur, on a au contraire une augmentation de K', donc une diminution de r (phénomène B).

Dans une partie rectiligne, le pouvoir amplificateur de la lampe reste constant et la variation de résistance est nulle.

La présence du condensateur shunté sur le circuit de grille peut donc provoquer les phénomènes A ou B suivant la situation du point de fonctionnement sur la caractéristique.

2°. $\frac{\alpha b \rho}{\Delta}\left(\frac{d^2f_0}{dx^2}\right)^2 I_2^2$.

Ce terme s'annule avec ρ et représente la perturbation provoquée par la détection du courant de plaque due à la courbure de la caractéristique : $j=f(ku+v)$. Il est indépendant de C, donc des phénomènes de détection du courant de grille.

Il est toujours positif et s'annule avec $\frac{d^2f_0}{dx^2}$ qui y figure au carré parce que la courbure de la caractéristique intervient dans la variation de résistance par deux effets qui se superposent :

a) C'est parce que la caractéristique est courbe qu'il y a détection du courant de plaque, donc variation du potentiel moyen de la plaque ;

b) C'est encore parce que cette caractéristique est courbe que le pouvoir amplificateur de la lampe, donc la résistance négative, est fonction de la tension moyenne de la plaque.

Ces deux effets qui changent de signes en même temps ont un effet résultant toujours de même sens.

La détection par la plaque provoque toujours une augmentation de la résistance du circuit oscillant (phénomène A), parce que dans tous les cas le pouvoir amplificateur de la lampe est réduit. Le point de fonctionnement se déplace de façon à entrer davantage dans le coude dont il est le plus rapproché.

3° $-a\frac{d^3f_0}{dx^3}I_2^2$.

Ce terme est indépendant de C et de ρ. C'est celui qui intervient dans le cas simple étudié plus haut. Il correspond à une augmentation de résistance $\left(\frac{d^3f_0}{dx^3}<0\right)$ (phénomène A).

4° $-\frac{\alpha}{2}\left[km^2\omega_2^2\left(1-\frac{\rho}{\Delta}\frac{df_0}{dx}\right)C+\frac{b\rho}{\Delta}\frac{d^2f_0}{dx^2}\right]^2\frac{d^3f_0}{dx^3}I_2^4$.

Ce terme qui disparaît avec C, ρ et $\frac{d^3f_0}{dx^3}$ ou est négligeable devant le premier si I_2 est faible est un terme correctif relatif au phénomène de détection pour les brouillages intenses. Il disparaîtrait si la caractéristique était parabolique, c'est-à-dire si la tangente au point moyen et la corde entre les deux extrémités du cycle étaient parallèles ; il correspond donc à une variation du pouvoir amplificateur qui est toujours une diminution, et, par suite, provoque une augmentation de résistance $\left(\frac{d^3f_0}{dx^3}<0\right)$ (phénomène A).

Discussion des phénomènes. — Nous avons vu plus haut que la variation de résistance du circuit oscillant a pour expression :

$$\Delta r = pI_2^2 + q\,I_2^4.$$

Dans cette formule q est toujours positif; p au contraire peut être positif ou négatif suivant le signe de $\frac{d^2f_0}{dx^2}$ et l'importance du facteur C (relations II).

La discussion des phénomènes qui sont intimement liés au signe de Δr se ramène donc à la discussion du signe de p.

Dans le coude inférieur, $\frac{d^2f_0}{dx^2}$ est positif; p est donc positif et la résistance du circuit oscillant augmente en présence du brouillage. Le poste se dérègle par éloignement de la limite d'accrochage et

l'audition est étouffée; elle redevient normale lorsque le brouilleur cesse. Nous avons le phénomène A qui peut seul se produire ici.

Dans le coude supérieur, $\frac{d^2f_0}{dx^2}$ est négatif et p peut être négatif ou positif. Or, nous avons vu (11 et 12) que :

$$p = \frac{b_0\alpha}{\Delta}\left(\frac{d^2f_0}{dx^2}\right)^2 + \mu C\left(\frac{d^2f_0}{dx^2}\right) - a\frac{d^3f_0}{dx^3}.$$

Ici $\frac{d^2f_0}{dx^2}$ et $\frac{d^3f_0}{dx^3}$ sont négatifs, nous pourrons donc écrire en considérant leurs valeurs absolues et en posant $n = \frac{b_0\alpha}{\Delta}$:

$$p = n\left|\frac{d^2f_0}{dx^2}\right|^2 - \mu C\left|\frac{d^2f_0}{dx^2}\right| + a\left|\frac{d^3f_0}{dx^3}\right|.$$

Expression du second degré en $\left|\frac{d^2f_0}{dx^2}\right|$ dont le déterminant est :

$$\mu^2 C^2 - 4an\left|\frac{d^3f_0}{dx^3}\right|.$$

Si $\mu^2 C^2 < 4an\left|\frac{d^3f_0}{dx^3}\right|$, c'est-à-dire si les phénomènes de détection par la grille, représentés par C, sont faibles, p est toujours positif et nous aurons encore le phénomène **A** qui se produira seul quelle que soit la situation du point de fonctionnement.

Si au contraire $\mu^2 C^2 > 4an\left|\frac{d^3f_0}{dx^3}\right|$, c'est-à-dire si on a une bonne détection par la grille, l'expression de p s'annule pour deux valeurs de $\left|\frac{d^2f_0}{dx^2}\right|$; à savoir :

$$\left|\frac{d^2f_0}{dx^2}\right|_1 = \frac{\mu C + \sqrt{\mu^2 C^2 - 4an\left|\frac{d^3f_0}{dx^3}\right|}}{2n}$$

$$\left|\frac{d^2f_0}{dx^2}\right|_2 = \frac{\mu C - \sqrt{\mu^2 C^2 - 4an\left|\frac{d^3f_0}{dx^3}\right|}}{2n}$$

Ces deux valeurs de la dérivée seconde prises en valeurs absolues, correspondent à deux points de fonctionnement que nous désignerons par M et N (fig. 13).

Le point N correspondant à $\left|\frac{d^2f_0}{dx^2}\right|_2$ est très voisin du point

d'inflexion γ si les phénomènes de détection par la grille sont puissants, car alors $4na\left|\frac{d^3f_0}{dx^3}\right|$ est très petit devant $\mu^2 C^2$.

Le point M au contraire se trouve dans le coude supérieur et peut sortir de la région utile de la courbe si la détection par la grille est très puissante.

La région comprise entre M et N est le lieu des points de fonctionnement pour lesquels p est négatif et par suite pour lesquels les

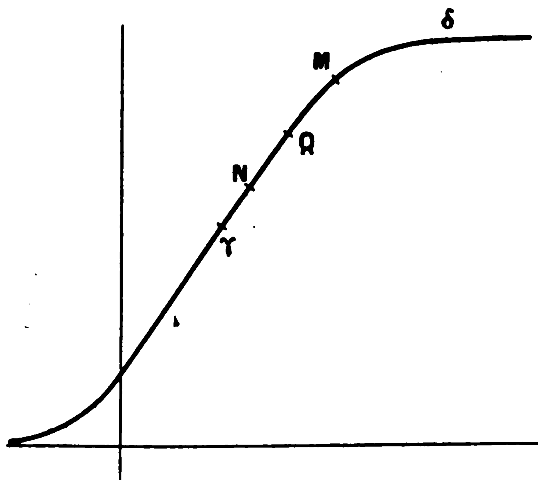


Fig. 13.

phénomènes de détection par la grille sont plus influents que les phénomènes divers qui agissent en sens contraire.

Les régions γN et Mδ au contraire représentent les lieux des points où l'influence de la grille est masquée. Si cette influence s'affaiblit, les points M et N se rapprochent et tendent vers un point Q qui correspond à : $\left|\frac{d^2f_0}{dx^2}\right| = \frac{\mu C}{2n}$.

On a alors

$$C^2 = 4\frac{na}{\mu^2}\left|\frac{d^3f_0}{dx^3}\right|$$

et si C tombe en dessous de cette limite on retrouve le premier cas envisagé plus haut et qui au point de vue physique est la suite du cas actuel.

Dans les régions γN *et* Mδ, p est positif et on retrouve encore le phénomène A.

Dans la région MN, p est négatif, et, en posant $\pi = |p|$, on peut

***

écrire l'expression de la résistance apparente du circuit oscillant sous la forme :

$$r = r_0 - \pi I_2^2 + q I_2^4.$$

Cette expression s'annule pour deux valeurs de I_2^2 :

$$(I_2^2)_1 = \frac{\pi - \sqrt{\pi^2 - 4qr_0}}{2q}$$

$$(I_2^2)_2 = \frac{\pi + \sqrt{\pi^2 - 4qr_0}}{2q}$$

à condition que $\pi^2 > 4qr_0$ ce qui est toujours réalisé quand on est réglé très près de la limite d'accrochage, car alors r_0 est très faible.

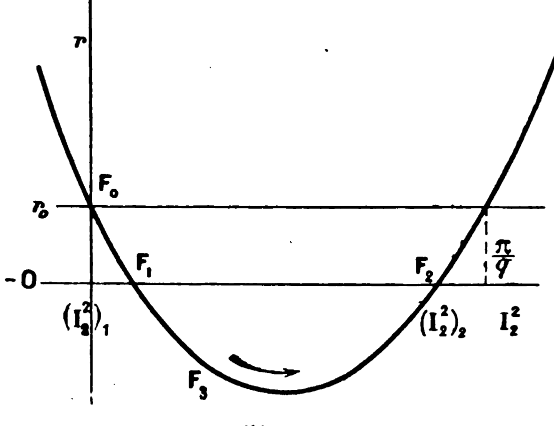


Fig. 14.

La résistance du circuit oscillant est positive si I_2^2 est extérieur aux racines et négative si $(I_2^2)_1 < (I_2^2) < (I_2^2)_2$ (fig. 14).

La première racine $(I_2^2)_1$ est d'autant plus faible que r_0 est plus faible, c'est-à-dire qu'on est plus près de la limite d'accrochage. La deuxième racine, au contraire, augmente dans les mêmes conditions et tend vers une limite $\frac{\pi}{q}$.

En l'absence du brouilleur, le point figuratif est en F_0. Lorsque le brouilleur agit, il se déplace sur la courbe dans le sens de la flèche et ce d'autant plus que le brouillage est plus puissant.

Premier cas $I_2^2 < (I_2^2)_1$.

Dans ce cas le point figuratif reste en deçà de F_1 et la résistance reste positive mais diminue. Le brouilleur rapproche le système de

la limite d'accrochage et il renforce l'intensité de la réception qui redevient normale si le brouillage cesse.

Deuxième cas $(I_2^2)_1 < I_2^2 < (I_2^2)_2$.

Le point figuratif vient en F_3 par exemple; la résistance du circuit oscillant devient négative et des oscillations locales s'amorcent. Elles ajoutent leurs effets à ceux du brouilleur pour accentuer le déplacement du point figuratif dans le sens de la flèche et croissent jusqu'au moment où il est venu en F_2 et où la résistance devenant nulle les oscillations se stabilisent.

Si le brouilleur vient à disparaître, le point figuratif tend à revenir en arrière, la résistance redevient négative et les oscillations croissent en amplitude jusqu'à ce que le point figuratif soit revenu en F_2. Elles se stabilisent lorsque leur intensité est $(I_2^2)_2$.

Si le brouilleur agit à nouveau, les mêmes phénomènes se produisent en sens inverse et les oscillations locales reprennent leur première valeur.

Ainsi donc, dans ce cas, le brouilleur a pour effet d'amorcer des oscillations qui subsistent ensuite même si le brouilleur disparaît. Leur intensité seule est modifiée et l'accrochage est irréversible.

De plus, le système reste automatiquement réglé au voisinage de la résistance nulle. Par conséquent, si on reçoit un poste P_1 en se réglant à la limite et avant l'accrochage, le brouilleur provoque l'accrochage et le poste P_1 est reçu par la méthode des battements dans les conditions optima puisque $r = 0$ exactement. Si on règle le circuit de façon à rendre ces battements inaudibles, en se plaçant juste à l'accord, le poste est reçu normalement et plus fort que dans le premier réglage, aux déformations près. Le réglage se maintient automatiquement à cette valeur optima et le brouilleur est sans effet sensible.

Les deux cas que nous venons d'envisager constituent le phénomène B, il se produit aisément dans toute la région MN et d'autant plus facilement que $(I_2^2)_1$ est plus faible, c'est-à-dire qu'on est plus près de la limite d'accrochage.

Troisième cas $(I_2^2)_2 < I_2^2$.

Le point figuratif dépasse alors le point F_2 et la résistance du circuit oscillant redevient positive. Elle peut reprendre exactement la même valeur si

$$r_0 = r_0 - \pi I_2^2 + q I_2^4$$

c'est-à-dire si

$$I_2^2 = \frac{\pi}{q} \cdot$$

La réception en présence du brouilleur est identique à ce qu'elle était tout d'abord.

Si $(I_2^2) > \frac{\pi}{q}$ la résistance devient plus grande que r_0 et l'audition est diminuée, elle peut devenir très faible si le brouilleur est assez puissant, tout comme dans le phénomène A.

Mais si on supprime le brouilleur, les choses se passent très différemment. En effet, à cause de la présence des condensateurs shuntés, la résistance ne passe pas brusquement de sa valeur finale à sa valeur initiale, mais y revient en prenant successivement toutes les valeurs que lui assigne la courbe.

Lorsque le point figuratif atteint la région négative, des oscillations locales prennent naissance et se stabilisent à la valeur $(I_2^2)_2$ comme plus haut.

Lorsque le brouilleur réapparaît, il déplace le point figuratif vers les résistances positives, les oscillations locales s'éteignent complètement et la réception redevient ce qu'elle était lors du premier brouillage. Par conséquent, lorsque l'on reçoit un poste P_1 en se réglant à la limite et avant l'accrochage, le brouilleur a pour effet (après un choc à l'établissement dû au commencement d'accrochage qui se produit au moment où la résistance devient négative, le point figuratif décrivant rapidement la courbe) de ramener la réception à sa forme primitive en l'affaiblissant si $(I_2^2) > \frac{\pi}{q}$.

Lorsque le brouilleur disparaît des oscillations s'amorcent et le poste P_1 est reçu par la méthode des battements plus fort qu'auparavant. Si le brouilleur agit à nouveau, il décroche les oscillations et la réception redevient ce qu'elle était lors du premier brouillage, mais elle ne revient à son réglage initial que si $I_2^2 = \frac{\pi}{q}$, auquel cas la réception n'est normale qu'en présence du brouillage.

Nous avons là toutes les caractéristiques du phénomène C.

Ce phénomène peut se produire dans toute la région MN mais il exige des brouilleurs excessivement puissants. En pratique, il ne se produit que si le rapport $\frac{\pi}{q}$ est faible.

Or, en se reportant aux valeurs données ci-dessus, on trouve tous calculs faits :

$$\frac{\pi}{q} = \frac{2\alpha}{A}\left[\frac{\left|\frac{d^2 f_0}{dx^2}\right|}{\left|\frac{d^3 f_0}{dx^3}\right|} - \frac{a}{A}\right]$$

en posant :

$$A = \mu C + n \frac{d^2 f_0}{dx^2}.$$

Comme $\frac{\pi}{q}$ est essentiellement positif, on a :

$$\frac{\left|\frac{d^2 f_0}{dx^2}\right|}{\left|\frac{d^3 f_0}{dx^3}\right|} > \frac{a}{A}$$

d'où résulte que $\frac{\pi}{q}$ sera d'autant plus faible que $\frac{d^2 f_0}{dx^2}$ sera plus faible.

Le phénomène C n'est observable aisément qu'au voisinage du point d'inflexion γ. Comme d'autre part il ne peut se produire que dans la région N M, on ne peut l'obtenir que dans la région N M, au voisinage immédiat du point N et seulement dans le cas où C est assez grand pour que le point N soit tout près de γ. De plus, il est délicat à observer, car à cet endroit les courbures de la caractéristique sont très faibles.

IV. — Résumé.

On peut résumer en disant que tous les phénomènes, sauf un, qui interviennent dans le fonctionnement de la lampe produisent le phénomène A résultant d'une diminution du pouvoir amplificateur de la lampe. Seule la détection par la grille peut dans certains cas agir en sens contraire et c'est elle seule qui est l'origine des phénomènes B et C, grâce à une augmentation du pouvoir amplificateur.

Si elle est faible, son influence est masquée par celles des autres phénomènes et c'est le cas A qui apparaît dans tous les cas.

Si elle est puissante au contraire, elle domine et son action varie avec la position du point de fonctionnement sur la caractéristique. Les différents phénomènes se produisent comme suit :

Phénomène A. . .	Dans les régions $\overline{\alpha\gamma N}$ et $\overline{M\varepsilon\delta}$ et toujours facilement.
Phénomène B. . .	Dans la région $\overline{NM}$ et assez facilement si on est réglé près de l'accrochage.
Phénomène C. . .	Seulement au voisinage du point N et au-dessus. Il exige un fort brouillage et une bonne détection par la grille.

La région MN est d'autant plus large que la détection par la grille est plus puissante. En pratique, l'influence de la grille est très

grande et le point N se confond avec le point γ, tandis que le point M disparaît dans la région inutilisée du coude supérieur. C'est-à-dire que l'on observe :

Le phénomène A dans le coude inférieur;

Le phénomène B dans le coude supérieur;

Le phénomène C au voisinage et au-dessus du point d'inflexion dans le cas d'un fort brouillage.

Tous ces résultats sont résumés dans le graphique de la figure 15.

Remarques. — 1° En arrêtant le développement de j au terme $\frac{df_0}{dx}$, en vue de faciliter le calcul, nous avons supposé implicitement que les phénomènes de détection étaient assez faibles pour

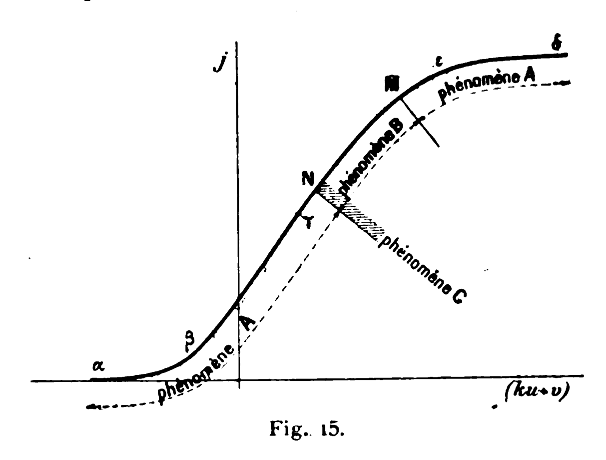


Fig. 15.

qu'on puisse négliger les termes en $(k\eta + \varepsilon)^2$ et $(k\eta + \varepsilon)^3$. Par la suite, au contraire, nous avons envisagé le cas de brouillages très puissants.

Il y a ici une contradiction qui peut faire douter de la valeur des conclusions tirées de l'étude précédente. Il est donc utile de signaler qu'elle influe seulement sur les résultats quantitatifs, mais qu'elle ne change rien à l'allure générale des phénomènes que nous avons eue seule en vue.

2° La réception du poste P_1 par la méthode des battements, en présence d'un accrochage local, signalée plus haut dans les cas B et C, suppose essentiellement que la longueur d'onde propre du récepteur n'est pas influencée par l'intensité du courant qui le parcourt. C'est ce que nous avons admis implicitement en négligeant le courant de grille et l'impédance de la self de plaque.

En pratique, ces conditions sont loin d'être réalisées et les accrochages internes dérèglent très sensiblement la fréquence propre du récepteur. Ils provoquent alors l'étouffement complet de la réception si on ne touche pas aux réglages; mais si on les modifie de façon à ramener le système à la résonance, on constate les phénomènes indiqués ci-dessus.

V. — Etude d'un récepteur à plusieurs lampes.

Nous venons d'étudier le fonctionnement d'un poste à réaction à une seule lampe et nous avons décrit les différents effets que peut y produire un brouillage. Ces effets sont peu sensibles en pratique dans ce cas; ils peuvent au contraire devenir très importants si on fait usage à la réception d'un amplificateur à haute fréquence à plusieurs étages dans lequel la réaction est faite par le circuit de plaque de la dernière lampe.

Pour fixer les idées, nous raisonnerons sur un poste à réaction monté d'après le schéma de la figure 12 mais dans lequel on ferait usage de n lampes amplificatrices en cascade au lieu d'une. Nous ne ferons tout d'abord aucune hypothèse sur le mode de couplage des lampes et nous supposerons dans une première approximation que seule la dernière lampe est le siège des troubles, ce qui revient à dire que le pouvoir amplificateur en volts des $n-1$ premières lampes n'est pas modifié par le brouillage.

Malgré cette simplification, l'étude du problème que nous venons de nous poser est encore très complexe et nous conduirait à des développements inutiles ici. Nous ne conserverons donc dans ce qui suit que les phénomènes que nous avons reconnus être prépondérants, c'est-à-dire la détection par la grille. Nous supposerons nulle la résistance ρ placée dans le circuit de plaque ainsi que les termes en $\frac{d^3 f_0}{dx^3}$ ce qui revient à assimiler la caractéristique à une parabole.

Avec ces réserves, le problème se traite aisément par la méthode utilisée au début.

Si on désigne par :

u la tension de grille de la première lampe;

j_n, u_n et v_n le courant de plaque et les tensions de grille et de plaque de la n^e lampe;

K le pouvoir amplificateur en volts des $n-1$ premières lampes;

M' et m' les coefficients d'induction mutuelle des circuits de plaque et de grille avec le circuit oscillant.

Les équations du problème sont :

$$\begin{cases} j_n = j_0 + (ku_n + v_n)\dfrac{df_0}{dx} + \dfrac{1}{2}(ku_n + v_n)^2 \dfrac{d^2 f_0}{dx^2} \\ \mathcal{L}\dfrac{di}{dt} + \dfrac{1}{c}\displaystyle\int i\,dt + Ri + M'\dfrac{dj_n}{dt} = g_1 + g_2 \\ u_n = Km'\dfrac{di}{dt} \\ v_n = -M'\dfrac{di}{dt} \\ \varepsilon = 0 \\ \eta = -Cu_n^2 = -CK^2 m'^2 \omega_2^2 I_2^2. \end{cases}$$

D'où :

$$\Delta r' = M'\omega_1^2 (kKm' - M')\, kK^2 m'^2 \omega_2^2 C \frac{d^2 f_0}{dx^2} I_2^2.$$

Dans les mêmes conditions on aurait pour une seule lampe :

$$\Delta r = M\omega_1^2 (km - M)\, km^2 \omega_2^2 C \frac{d^2 f_0}{dx^2} I_2^2.$$

On peut caractériser la sensibilité relative au brouillage du montage à n lampes par rapport à la sensibilité d'un récepteur à une lampe par l'expression : $S = \dfrac{\Delta r'}{\Delta r}$.

Soit :

$$S = \frac{M'(kKm' - M')\,K^2 m'}{M(km - M)\,m^2}.$$

Or, dans les deux cas, nous supposons la condition d'accrochage limite réalisée, ce qui nous donne en égalisant les résistances négatives :

(13) $$M'(kKm' - M') = M(km - M)$$

et par suite :

(14) $$S = \left(\frac{Km'}{m}\right)^2.$$

Deux cas extrêmes peuvent se présenter :

1° Le couplage M du circuit de plaque avec le circuit oscillant reste le même dans les deux expériences ; la relation (13) nous donne alors :

$$Km' = m,$$

d'où : $$S = 1.$$

Dans ce cas, l'ensemble du dispositif à n lampes se comporte comme s'il n'y avait qu'une seule lampe, ce qui était d'ailleurs évident puisque en réduisant m on fait travailler la n^e lampe, siège des troubles, exactement dans les mêmes conditions;

2° On maintient constant le couplage m du circuit oscillant avec la grille de la première lampe, et c'est ce cas qui se présente en pratique puisque le plus souvent le circuit oscillant est inséré dans le circuit de grille.

Il vient alors : $S = K^2$.

Si on prend par exemple un amplificateur à quatre lampes amplifiant chacune dans le rapport (10), le pouvoir amplificateur des trois premiers étages est 10^3 et on a :

$$S = 10^6.$$

Ce qui signifie qu'un récepteur à quatre lampes à réaction par la dernière plaque est environ un million de fois plus sensible aux brouillages qu'un récepteur à une lampe autodyne et détectrice.

Ce raisonnement suppose que le pouvoir amplificateur K des $n - 1$ premières lampes n'est pas influencé par le brouillage, c'est-à-dire que la dernière lampe est seule le siège des phénomènes de détection. Or, bien souvent ces phénomènes sont loin d'être négligeables dans les lampes intermédiaires si on place de fortes résistances dans les circuits de plaques ou si les couplages entre lampes sont réalisés par des condensateurs shuntés.

L'analyse détaillée de ce cas complexe peut se faire à condition d'examiner successivement le fonctionnement de chaque lampe. Elle nous entraînerait hors du cadre de cette étude et nous ne l'aborderons pas ici, mais nous pourrons nous faire une idée des effets produits par un raisonnement approché qui se trouve en parfait accord avec l'expérience.

Nous avons reconnu que dans le cas d'une seule lampe les phénomènes A, B et C avaient leur origine dans des variations du pouvoir amplificateur en ampères : $K' = \frac{dj}{du}$ de la lampe. Cette constatation subsiste dans le cas d'un amplificateur utilisant n lampes en série, mais il faut raisonner alors sur le pouvoir amplificateur en ampères total :

$$P_a = \frac{dj_n}{du} = K\frac{dj_n}{du_n} = K K'$$

K′ désignant ici le pouvoir amplificateur en ampères de la dernière

lampe et K le pouvoir amplificateur en volts des $n-1$ premiers étages.

P_a est fonction de deux variables qui peuvent varier séparément ou simultanément.

Le cas où K est constant et K' variable est celui que nous venons d'examiner et qui nous a conduit à la formule (14).

Si K varie à son tour, la sensibilité du dispositif au brouillage augmente lorsque K varie dans le même sens que K' et diminue lorsqu'il varie en sens contraire.

L'expression $S = \left(\frac{Km'}{m}\right)^2$ indique donc une valeur moyenne.

Dans le cas où K et K' varient en sens contraires, il peut y avoir compensation; il suffit pour cela que :

$$\Delta P_a = K \Delta K' + K' \Delta K = 0.$$

Le pouvoir amplificateur total reste alors constant et la réception n'est pas perturbée par le brouillage.

Ce nouveau phénomène s'observe très nettement dans un amplificateur à résistances, dans lequel les détections parasites sont importantes; il faut utiliser une forte tension d'alimentation des circuits de plaques. Les premières lampes, dans les circuits de plaques desquelles sont intercalées de fortes résistances, travaillent dans le coude inférieur de leurs caractéristiques; la dernière lampe, au contraire, travaille dans le coude supérieur. Les variations des pouvoirs amplificateurs de ces deux groupes de lampes, étant de signes contraires, s'annulent en partie et peuvent se compenser exactement. On y arrive par un choix convenable des diverses caractéristiques des circuits et des lampes, notamment en réglant le chauffage des filaments qui a une grosse importance pour la dernière lampe. Il va sans dire que cette compensation exige un réglage très précis, excessivement instable, fonction de l'intensité du brouillage et sans intérêt pratique.

VI. — Conclusion générale.

Nous avons examiné en détail les perturbations apportées par un brouillage puissant dans un récepteur à réaction à une seule lampe; nous avons ensuite esquissé une étude des mêmes phénomènes dans le cas plus complexe et mal défini d'un récepteur à plusieurs lampes en cascade et dans lequel la réaction est faite par la dernière lampe.

Nous avons été ainsi amenés à constater que les principales causes de troubles étaient les phénomènes de détection, surtout la détection par la grille, et que l'intensité de la perturbation variait en gros comme le carré du pouvoir amplificateur en volts des $n - 1$ premiers étages de l'amplificateur à haute fréquence utilisé.

Par conséquent, pour conclure pratiquement cette étude, nous pouvons dire que, pour réduire au minimum l'influence perturbatrice d'un brouillage sur un récepteur, il faut :

1° Réduire au minimum l'amplification avant la réaction et par suite prendre l'énergie amplificatrice dans le circuit plaque de la première lampe;

2° Éliminer avec soin les phénomènes de détection dans cette première lampe en supprimant toutes résistances dans les circuits de plaque et de grille et en faisant usage d'une tension de plaque assez élevée pour amener le point de fonctionnement dans la partie droite de la caractéristique;

3° Amplifier et détecter par la suite par un procédé quelconque, en évitant toutefois les détections multiples qui peuvent, au cas de fort brouillage, provoquer une légère modification du pouvoir amplificateur de l'ensemble.

Grâce à ces précautions, les phénomènes B et C sont complètement supprimés et le phénomène A qui subsiste seul est très atténué.

L. Brillouin,
E. Fromy.

LA STATION 8 BF

Par M. P. LOUIS,
Ingénieur-Électricien

J'ai été très heureux d'être le second Français après 8 AB à communiquer avec nos amis les amateurs américains et ceci avant les essais transatlantiques. Mon poste 8 BF a été entendu en Amérique dès le 11 décembre dernier par 2 AJF et les Canadiens 1 DD et 1 BQ, mais ma première communication bilatérale n'a eu lieu que le 16 décembre avec 1 MO (maintenant 1 XW), grâce à l'amabilité de mon ami M. Deloy 8 AB qui a demandé à 1 MO de m'écouter. Après sept minutes d'appels 1 MO me répondait qu'il me recevait à deux pieds des téléphones sur deux lampes, 1 détectrice et 1 B. F.; notre conversation se poursuivit pendant trois quarts d'heure sans une répétition, comme au bout d'un fil.

Je recevais 1 MO à deux mètres du casque sur trois lampes : 1 H. F , 1 détectrice et 1 B. F. Depuis j'ai communiqué régulièrement et presque chaque fois j'ai eu le courage de me lever à 3 h 1/2 du matin, et pendant des heures entières avec 1 BW, 1 BDT, 1 CMP, 1 XAK, 1 XAM, 2 AGB, 3 BG, 3 OT, et les Canadiens 1 BQ et 1 AR. J'ai même eu le grand plaisir d'être, je crois, le premier Français entendu en téléphonie en Amérique par 1 XAK, faible il est vrai, dans la nuit du 1er mars et par le Canadien 1 AR dans la nuit du 22 mars. La longueur d'onde utilisée dans tous ces essais était de 108 mètres.

Le poste qui a servi à ces communications et qui me sert encore actuellement (photo n° 1) peut émettre entre 40 et 200 mètres de longueur d'onde sur une antenne non accordée de 186 mètres de fondamentale. Le schéma des connexions en est donné ci-joint. Le schéma de principe de la partie haute fréquence que j'ai modifié un peu m'a été communiqué par mon ami, M. Deloy 8 AB en juillet dernier.

Au début j'utilisais deux vieilles lampes Fotos de 50 watts en parallèle, elles avaient plus de 1 200 heures de fonctionnement; après leur belle mort, voici trois semaines, je les ai remplacées par deux lampes E.4 Métal auxquelles j'ai adjoint en parallèle, il y a quelques jours, une lampe 50 watts S. I. F.; ceci afin de réduire très notablement le chauffage des filaments, tout en conservant la même intensité dans l'antenne : 0,8 ampère en télégraphie et 0,65 en téléphonie.

La tension de plaque de 1 200 volts est fournie par une dynamo Electrolabor R. T. 3, l'intensité du courant-plaque étant de 130 milli-

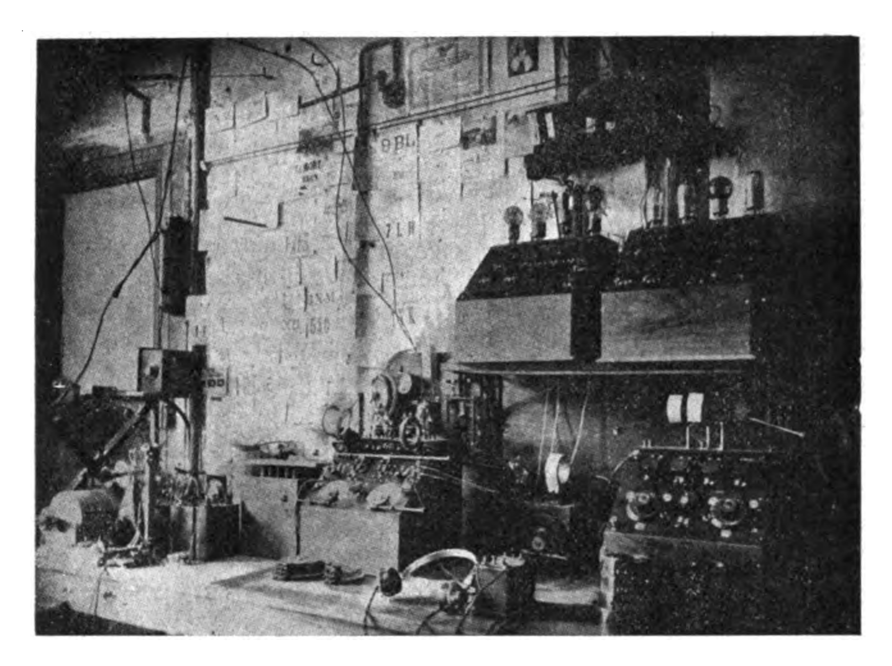


Fig 1

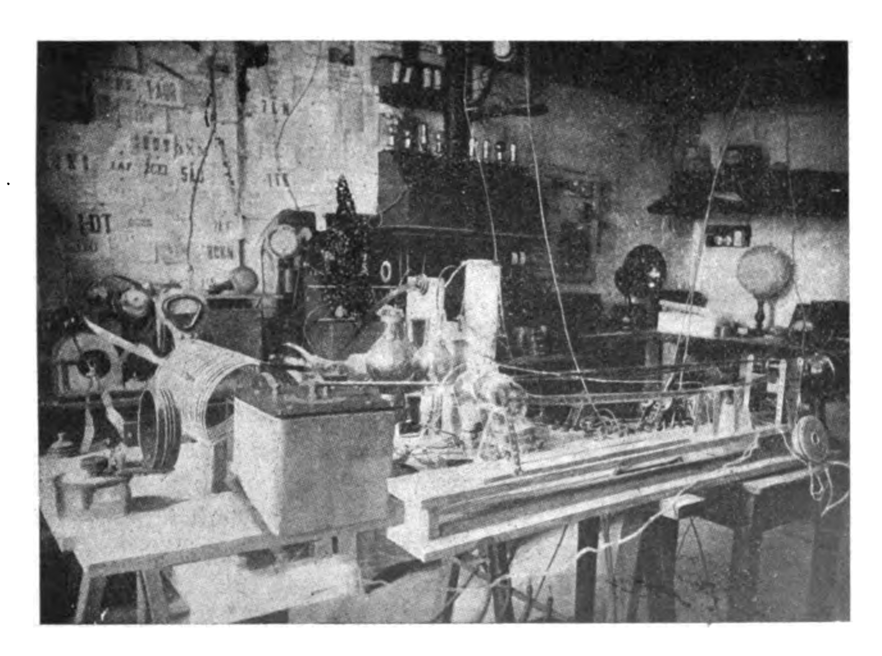


Fig. 2.

ampères en télégraphie et de 110 milliampères en téléphonie. Cette dynamo est entraînée à 3500 *t/m* à l'aide d'une courroie-chaîne par un moteur de 1 HP fonctionnant sur le courant continu 220 volts de la ville.

Avec ce même poste sur 195 mètres de longueur d'onde, l'intensité dans l'antenne est de 2,5 ampères.

Le côté basse tension de la dynamo, 12 volts et 9 ampères, recharge continuellement une batterie d'accumulateurs de 6 volts 60 ampères-heures alimentant les filaments des lampes. Un disjoncteur-conjoncteur entre la dynamo et les accumulateurs opère automatiquement la mise en charge de ces derniers dès la mise en route du groupe.

Le passage de la télégraphie à la téléphonie se fait en fermant le manipulateur et en ouvrant l'interrupteur en parallèle sur le secondaire du transformateur de modulation; la prise en main du microphone fermant automatiquement le circuit des accumulateurs de 4 volts sur le primaire de ce transformateur et le microphone. La qualité et le pourcentage de la modulation se règlent uniquement par le chauffage des filaments (qui doit être réduit), la résistance et le condensateur de grille étant au point une fois pour toutes.

A droite sur la photo n° 1 on voit la boîte de réception comprenant une lampe de couplage (lampe à cornes S. I. F.), une détectrice (Radio-Micro) et les bobinages Anticapas de Marius Thouvais. Tous les réglages se font à l'aide de vis micrométriques et longs manches isolants, des ressorts rattrapent automatiquement le jeu entre les pignons et les vis tangentes afin qu'il n'y ait pas de point mort. Dans cette boîte les capacités entre fils et broches des lampes, etc., ont été réduites au minimum, la gamme des longueurs d'ondes va de 20 mètres à 1500 mètres à l'aide de 14 bobines. Le circuit antenne-terre peut être accordé ou non suivant les longueurs d'ondes à recevoir. Cette boîte de réception peut être suivie ou non d'un ou plusieurs étages B. F. à transformateurs ou à résistances; elle sert également pour la réception par la méthode du double hétérodyne comme boîte d'entrée.

L'antenne de 8 BF est du type prismatique (cage) en L de six fils composés chacun de sept brins 5/10 mm émaillés, le diamètre de la cage est de deux mètres et la longueur de la partie horizontale est de 18 mètres; elle est supportée, du côté libre, à 22 mètres au-dessus du sol par un mât en bois fixé sur la cheminée de la maison; du côté du poste, elle est supportée par un autre mât en bois à 16 mètres au-dessus du sol. La descente prismatique également, de 15 centimètres

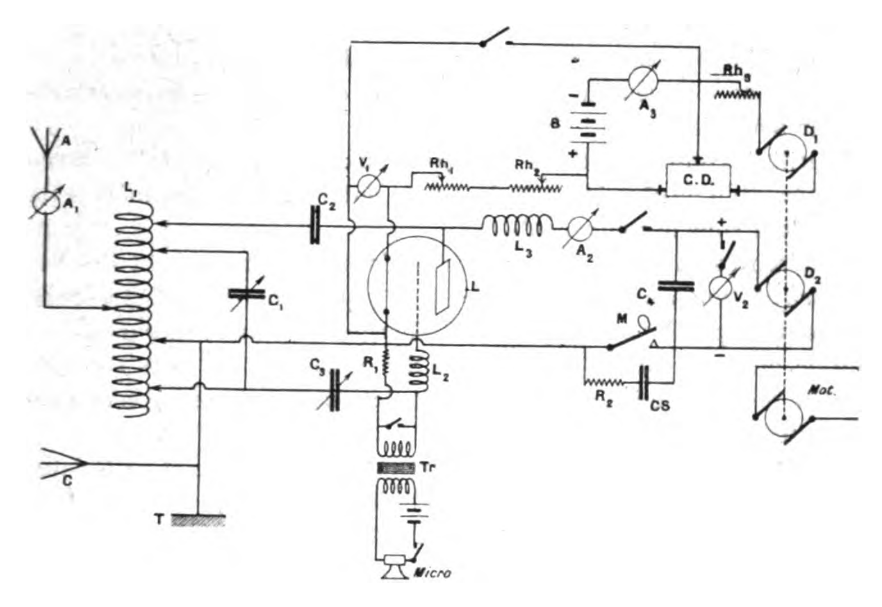


Schéma des connexions du poste 100 watts.

A Antenne.
C Contrepoids.
T Terre.
L_1 Self-inductance, spirale plate, diamètre intérieur : 120 mm, diamètre extérieur : 420 mm, 19 spires de fil nu 40/10 mm.
L_2 Self de protection de grille, 20 spires fil coton 4/10 mm sur tube de 25 mm diam.
L_3 Self de protection de plaque, diamètre : 75 mm, 459 spires jointives non vernies, fil coton 4/10 mm sur tube.
C_1 Condensateur variable à air, de 0,4/1000 mf tenant 2500 volts.
C_2 Condensateur fixe à mica, de 1,5/1000 mf tenant 4000 volts.
C_3 Condensateur variable à air, de 1/1000 mf tenant 2500 volts.
C_4 Condensateur fixe au papier, de 1 mf tenant 4000 volts.
C_5 Condensateur fixe à mica, de 0,25 mf tenant 2500 volts.
L 2 lampes de 50 watts en parallèle.
Tr Transformateur de modulation rapport 1/30.

Rh_1 Rhéostat individuel sur chaque lampe.
Rh_2 Rhéostat général des lampes.
Rh_3 Rhéostat de charge des accumulateurs.
B Batterie d'accumulateurs, de 6 volts 60 ampères-heures.
C. D. Conjoncteur-disjoncteur.
A_1 Ampèremètre thermique d'antenne 0—1,5 ou 0—3 ampères.
A_2 Milliampèremètre thermique de plaque 0—300 millis.
A_3 Ampèremètre charge-décharge des accumulateurs.
V_1 Voltmètre à cadre des filaments.
V_2 Voltmètre à cadre de la tension plaque 0—2000 volts.
R_1 Résistance de grilles (vitrifiée) 12 000 ohms.
R_2 Résistance sans self de 30 ohms.
D_1 Dynamo 12 volts 9 ampères.
D_2 Dynamo 1 200 volts 0,25 ampères.
Mot. Moteur sur courant de la ville entraînant D_1 et D_2.

de diamètre, a six fils d'une longueur de 17 mètres. La longueur d'onde propre est de 185 mètres et la résistance apparente d'environ 13 ohms à 195 mètres.

Sous l'antenne se trouve un contrepoids en éventail de 9 fils de 25 mètres de longueur à 3 m 50 au-dessus du sol et de 20 mètres de largeur sous l'extrémité libre de l'antenne. De plus, une bonne terre était utilisée comprenant une connexion aux eaux de la ville et quatre fils en éventail de 25 mètres de longueur enterrés à 10 centimètres de profondeur sous le contrepoids.

Différentes sortes d'antennes et différents contrepoids et fils ont été essayés mais c'est l'ensemble décrit qui a donné les meilleurs résultats au point de vue portée et énergie rayonnée; en particulier pour les ondes voisines de 100 mètres des essais ont été faits sur une antenne de plus petite dimension et fonctionnant accordée mais les résultats ont été moins bons.

Pour les essais transatlantiques un autre poste avait été spécialement monté et comprenait en réalité deux postes (photo n° 2), l'un utilisant une lampe de 125 watts et l'autre deux de 50 watts alimentation en parallèle, avec le même montage d'alimentation que le poste déjà décrit (dynamo 1 200 volts) et composition des autres circuits sensiblement la même; seule la self d'antenne était cylindrique au lieu d'être une spirale plate.

L'intensité dans l'antenne était de 1,2 ampère sur 108 mètres et de 3,4 ampères sur 195 mètres, le courant-plaque était d'environ 205 milliampères.

L'autre poste utilisait la même self d'antenne et les mêmes condensateurs et employait une lampe M. T. 4 Marconi de 1 000 watts alimentation dont le filament prend 7 ampères sous 15 volts La plaque était alimentée directement par du courant alternatif 25 périodes à la tension de 8 000 volts et absorbait 125 milliampères.

L'intensité dans l'antenne était de 1,8 ampère sur 108 mètres et de 4,3 ampères sur 195 mètres (la faible différence entre ces intensités et celles du poste précédent sensiblement moins puissant vient de la basse fréquence du courant alternatif employé).

Le courant alternatif employé était produit par une commutatrice de 1,5 kw recevant le courant continu à 220 volts de la ville et donnant 158 volts 25 périodes. Deux transformateurs Ferrix étaient utilisés, l'un montant la tension à 8 000 volts pour l'alimentation de la plaque, l'autre l'abaissant à 18 volts pour l'alimentation du filament.

La manipulation se faisait automatiquement à l'aide d'un moteur électrique entraînant, par un montage démultiplicateur en pièces

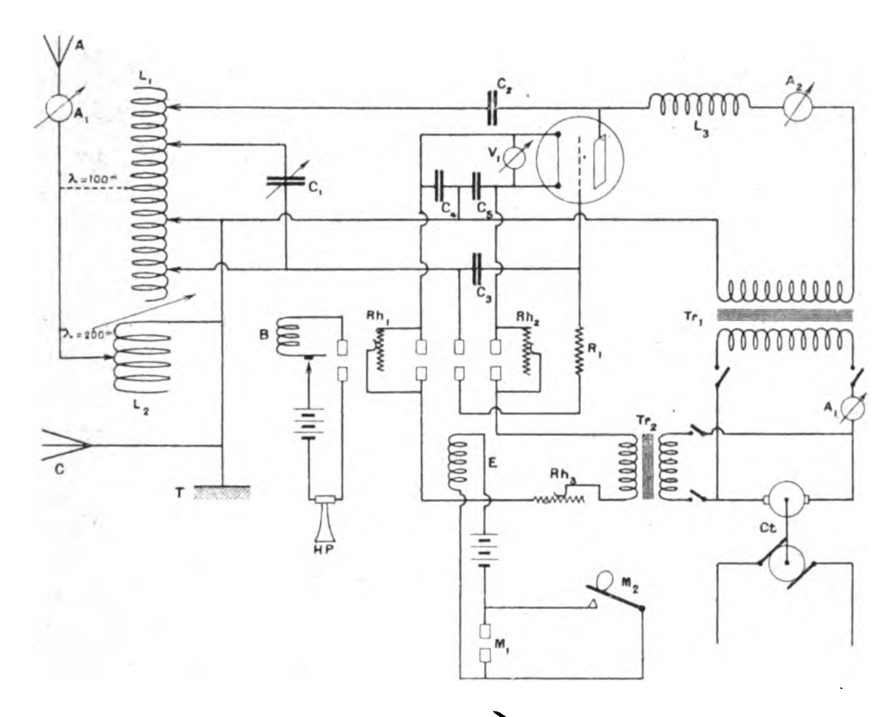


Schéma des connexions du poste de 1 kw.

Contacts du relai de manipulation.

A Antenne.

C Contrepoids.

T Terre.

L_1 Self-inductance, cylindrique, diam. 18 cm, 20 spires, bande cuivre 10 mm × 2 mm.

L_2 Self-inductance cylindrique diam. 25 cm, 5 spires, tube cuivre, 10 mm diam.

L_3 Self de protection de plaque, diam. 75 mm, 450 spires jointives non vernies, fil coton 4/10 mm sur tube.

C_1 Condensateur variable dans le pétrole de 0,4/1000 mf tenant 15000 volts.

C_2 Condensateur fixe à mica de 1,5/1000 mf tenant 15000 volts.

C_3 Condensateur fixe à mica de 1/1000 mf tenant 10000 volts.

C_4 et C_5 Condensateurs fixes de 0,25 mf.

L Lampe M. T. 4 Marconi.

Rh_1 et Rh_2 Rhéostats de compensation pour le chauffage.

Rh_3 Rhéostat de chauffage.

B Buzzer de contrôle.

HP Haut-parleur de contrôle.

E Electroaimant du relai de manipulation.

M_1 Manipulateur automatique.

M_2 Manipulateur à main.

R_1 Résistance de grille de 24000 ohms (vitrifiée).

A_1 Ampèremètre 0—15 amp. du primaire du transformateur de plaque.

A_2 Milliampèremètre 0—300 millis. du circuit plaque.

V_1 Voltmètre 0—25 volts du filament.

Tr_1 Transformateur de plaque.

Tr_2 Transformateur de chauffage.

Ct Commutatrice 220 volts continus-160 volts alternatifs.

Meccano, un vieux film de cinéma perforé dont la partie du mot de code était faite journellement très rapidement grâce à un perforateur donnant automatiquement les intervalles entre les signaux. Un contact agissant par les perforations du film actionnait un relai de manipulation à quatre contacts; l'un fermant le circuit de la résistance de grille de la lampe, deux autres contacts court-circuitaient un rhéostat sur chacun des deux fils amenant le courant de chauffage au filament, pour compenser la chute de tension du courant de chauffage lorsque le transformateur de plaque débitait son kilowatt, le quatrième contact actionnait un buzzer de contrôle.

Ces deux postes fonctionnaient chaque nuit accordée aux Français, tous deux sur 108 mètres et sur 195 mètres; soit quatre émissions différentes chacune de ces nuits.

Ces trois postes ont été journellement reçus en Amérique et au Canada, les amateurs qui les ont entendus avant, pendant et après les essais transatlantiques et qui ont bien voulu m'envoyer des cartes ou des lettres sont les suivants : 1 ANA, 1 BW, 1 BT, 1 WO, 1 CMX, 1 BVL, 1 AKG, 1 BBO, 1 AUC, 1 RR, 1 AF, 1 AUR, 1 CBG, 1 BCF, 1 CZ, 1 VK, 1 AR, 1 CMP, 2 AJF, 2 CEG, 2 CGK, 2 CEH, 2 CEI, 2 CEE, 2 CQJ, 2 CMR, 2 CLS, 2 BSC, 2 AGB, 2 BQH, 2 CXB, 2 NP, 3 YO, 3 BVN, 3 XM, 3 BG, 3 OT, 3 APV, 5 DW, 5 AC, 7 LH (côte du Pacifique), 8 ASB, 8 CKN, 8 BKY, 9 DES, et les Canadiens : 1 DD, 1 BQ, 1 AF, 1 DT, 1 EB, 2 BN, 3 HT, 3 OJ, 3 BQ, 9 AL, 9 BL.

Bien entendu c'est le gros poste de 1 kilowatt qui a été entendu le plus loin malgré sa note ronflée.

A part les lampes, la dynamo 1 200 volts, et un condensateur pour 15 000 volts, tout a été construit par moi-même, tant à l'émission qu'à la réception, la commutatrice étant un moteur que j'ai modifié.

Pierre Louis 8 BF.

ALIMENTATION DES RÉCEPTEURS RADIOPHONIQUES PAR LE COURANT ALTERNATIF DU SECTEUR

Par M. PODLIASKY,
Ingénieur E. S. E.

Le problème de l'alimentation des récepteurs radiophoniques par le courant alternatif du secteur a reçu actuellement un assez grand nombre de solutions. Le seul fait qu'elles sont multiples semble prouver que la formule définitive reste encore à trouver. Le public se chargera peut-être de cette besogne, en éliminant par son expérience les systèmes trop complexes, ou ne donnant pas satisfaction. Notre but n'est donc pas de décrire en détails le système le meilleur. Il est simplement d'exposer les différents phénomènes empêchant le remplacement brutal des accumulateurs et des piles par le branchement sur le réseau. Il est également d'exposer les différentes méthodes proposées, non pour établir la priorité de telle ou telle autre invention, ni pour faire l'historique de la question, mais pour montrer à quels principes physiques on peut s'adresser pour combattre certains phénomènes gênants.

Sons et courants parasites. — L'expérience montre que l'alimentation soit des anodes soit des filaments des lampes à trois électrodes par un courant alternatif ou ondulé introduit, à la réception, des sons ayant un faible rapport avec les sons normalement reçus par le même appareil alimenté en courant rigoureusement continu. Nous appellerons ces sons — sons parasites — et les courants qui leur donnent naissance, — courants parasites; il reste bien entendu qu'il ne s'agit pas ici des parasites atmosphériques ou autres dont parlent si souvent les radiotélégraphistes, mais des courants ayant leur origine dans le secteur sur lequel l'appareil est branché.

Tout d'abord, voici une remarque concernant la sensibilité de l'oreille humaine, remarque qui semble dominer la question qui nous occupe, ainsi que celle des déformations en téléphonie par fil et sans fil. L'oreille humaine est très peu sensible aux changements de volume du son; elle est par contre beaucoup plus sensible à

la hauteur (fréquence) ou à la variation de hauteur du son. Ceci concerne l'oreille normale, ou si l'on veut normalement développée au point de vue musical. Comme le dit M. Bouasse, professeur à la Faculté de Toulouse, « il est clair qu'un sourd ne trouvera pas le même résultat ». La faible sensibilité au volume des sons est conforme à la vieille loi psycho-physique de Weber et Fechner, d'après laquelle la sensation varie comme le logarithme de l'excitation du nerf correspondant. Quant à la sensibilité à la fréquence, elle est contenue dans l'énoncé de la loi acoustique d'Ohm (qui n'est pas la loi bien connue des électriciens) : « L'oreille perçoit séparément, et comme les sons constituant un accord, les sons simples en lesquels le théorème de Fourrier nous apprend à décomposer un son complexe » (Bouasse). L'oreille constitue donc un analyseur de sons, mais uniquement au point de vue de leur fréquence (ce qui d'ailleurs rend possible la musique symphonique).

On comprend alors qu'un son parasite de volume faible, même négligeable quantitativement devant le volume du son à reproduire par radiophonie, soit très facilement apprécié par l'oreille, qui le différencie immédiatement des sons dont elle a l'habitude; même si son volume est négligeable, l'oreille éprouve déjà une impression inesthétique, désagréable, dès que la fréquence du son s'écarte des fréquences que l'oreille s'attend à recevoir. Nous avons dit plus haut et nous répétons que ce fait domine toute la question de téléphonie ou radiophonie sans distorsion.

On voit la difficulté du problème qui nous occupe : il ne suffit pas que les courants parasites soient faibles, il faut qu'ils le soient *extrêmement* pour que l'oreille ne les distingue plus par différence de fréquence.

Sans préciser encore le mécanisme de production des courants parasites, on peut dire qu'ils sont de deux sortes : courants superposés et courants modulés. Lorsque la radiophonie fournit un courant de pulsation Ω et le secteur un courant parasite de pulsation ω (laquelle pulsation est en relation *plus ou moins complexe* avec celle du secteur), il y a phénomène de superposition simple, si le courant dans le haut-parleur est de la forme $A. \sin \Omega t + B \sin \omega t$; il y a phénomène de modulation, si le courant résultant est de la forme $C. \sin \omega t. \sin \Omega t$. L'amplitude du son musical reçu n'est plus uniforme, elle présente des maxima et des minima, et la pulsation des maxima est ω ; le son musical prend un caractère vibré. Ces phénomènes sont faciles à constater tous les deux sur de mauvais appareils, sur des appareils mal adaptés à l'alimentation en alternatif.

Deux causes principales des courants parasites. — Passons a l'énumération des phénomènes producteurs des courants parasites dans une lampe chauffée en alternatif. (Nous ne parlerons pas de l'alimentation d'anode, car si plusieurs procédés ont été proposés, un seul a résisté pratiquement à l'usage; c'est le redressement par lampes-valves et filtrage plus ou moins énergique du courant destiné aux anodes; or ce procédé ne présente aucune difficulté. Le véritable problème ne se pose qu'à propos du chauffage.) Ces phénomènes sont au nombre de deux: variation de la température du filament et variation du potentiel moyen de grille. Nous avons décrit dans *Radio-Electricité* quelques procédés de discrimination de ces deux effets. Lorsqu'il s'agit seulement d'une discrimination qualitative, le procédé le plus simple à notre avis est l'alimentation du filament par un courant de forme rectangulaire, symétrique par rapport à l'axe des temps. Un vibrateur synchrone spécial fournit ce courant, dont la forme est contrôlée à l'oscillographe.

On constate que le son parasite ainsi produit est presque aussi fort que celui produit par l'alimentation alternative sinusoïdale simple. Pourtant l'effet Joule dû à un courant sensiblement rectangulaire devrait être constant. On vérifie ainsi l'importance relativement faible de la constance de la température. Ces variations ne sont cependant pas à négliger complètement. D'importance faible dans une lampe amplificatrice, elles deviennent réellement gênantes dans les lampes détectrices à réaction.

Procédés d'atténuation. — Triage. — Les moyens proposés pour atténuer ces variations ou leur répercussion sur le fonctionnement de l'appareil sont au nombre de trois : usage des lampes jumelées montées différentiellement (montage de M. Latour), usage des lampes à gros filament (à forte consommation), usage des lampes dites « à faible consommation ». Les deux derniers remèdes peuvent paraître contradictoires; mais ce n'est pas la consommation réduite qui combat la variation de l'émission thermoionique en fonction de la température; c'est le fait que les filaments des lampes à faible consommation sont faits en alliage de thorium ou recouverts d'oxyde de thorium.

Ces filaments travaillent habituellement à la saturation en fonction de la température, de sorte qu'une variation relativement importante de la température ne modifie que très peu l'émission électronique. On a publié ailleurs la famille de caractéristiques statiques des lampes « Radio-Micro », famille obtenue en faisant varier la tension

de chauffage. On observe une grosse différence avec les mêmes caractéristiques tracées pour les lampes ordinaires.

En ce qui concerne le chauffage alternatif des lampes amplificatrices, la variation de la température, d'importance déjà relativement faible avec les lampes ordinaires, devient d'importance minime dans le cas des lampes au thorium. D'autre part les lampes à filament renforcé (de grosse inertie calorifique) ont également permis de résoudre d'une façon satisfaisante cette portion du problème.

La cause la plus importante des courants parasites est la variation du potentiel moyen de grille. Ici trois cas sont à distinguer :

Chauffage d'une lampe amplificatrice de haute fréquence ;

Chauffage d'une lampe amplificatrice de basse fréquence ;

Chauffage d'une lampe détectrice ou autodyne, ou même amplificatrice, mais amplifiant avec distorsion. Dans le premier cas, et lorsque toutes les précautions sont prises pour que la lampe travaille sans distorsion, il y a superposition simple des courants musicaux et parasites. Le couplage des lampes par circuits présentant une faible impédance à la fréquence du secteur permet l'élimination satisfaisante des courants parasites. Ce couplage peut se faire par transformateur de haute fréquence peu résistant, par bobine de choc également peu résistante et par circuit oscillant (bouchon). Mais le procédé n'est pas aussi radical qu'on le croit souvent. Dans le cas d'une bobine de choc présentant une réactance de 60 000 ohms pour l'onde de 1 000 mètres ($f = 300\,000$ périodes) l'impédance à 50 périodes ne sera que de 10 ohms, soit 6 000 fois plus petite ; c'est encore l'hypothèse la plus favorable, car dans le cas de basse fréquence la résistance ohmique prédominera probablement. Or l'amplitude du potentiel parasite est d'environ 6 volts, l'amplitude du potentiel utile peut facilement être de 1 millivolt.

Dans le cas de la haute fréquence on a :

$$E' = E \cdot \frac{j K L \Omega}{\rho + j L \Omega} \cong E \cdot K, \qquad \text{si } L\Omega >> \rho.$$

Dans le cas de la basse fréquence on aura :

$$e' = e \cdot \frac{j K L \omega}{\rho + j L \omega} \cong j \cdot K \cdot e \frac{L \cdot \omega}{\rho}.$$

Le rapport du voltage utile amplifié au parasite amplifié sera :

$$\left|\frac{E'}{e'}\right| = \left|\frac{E \cdot K \cdot \rho}{j \cdot e \cdot K L \cdot \omega}\right| = \left| -j \cdot \frac{E}{e} \cdot \frac{\rho}{L\omega}\right| = \frac{1}{6.000} \times \frac{30.000}{10} = 0{,}5.$$

Dans le cas d'un bouchon la sélection augmente dans le rapport de 1 au coefficient de surtension du circuit, mettons de 1 à 50 ; le rapport $\frac{E'}{e'}$ devient égal à 25, ce qui est évidemment bon, mais n'a rien d'exceptionnel.

Dans le deuxième cas (amplificatrice de basse fréquence), le triage par le même procédé est impossible. Même si l'on disposait des shunts résonants, exceptionnellement bien faits et accordés à la fréquence du secteur, entre grille et filament de chaque lampe, les variations de fréquence du secteur et les harmoniques de son onde rendraient la mesure illusoire. Cependant il est des filtres plus efficaces dans ce cas : ce sont des filtres du genre « passe-haut » (high pass), qui réduisent fortement les courants de toutes les fréquences situées au-dessous d'une certaine limite. Or, on dénature peu la musique et la parole en supprimant du spectre musical toutes les fréquences inférieures à 150-200 périodes. Des filtres « passe haut » calculés pour cette limite se montrent extrêmement efficaces.

Montages équipotentiels et quasi-équipotentiels. — Qu'il s'agisse de lampes amplificatrices de haute ou de basse fréquence, l'élimination des courants parasites par triage des fréquences est relativement peu employée. Par contre, le principe suivant a été largement appliqué ; il consiste à rendre la cathode *équipotentielle* ou *quasi équipotentielle*. Remarquons que si la cathode était *rigoureusement* équipotentielle, le problème qui nous occupe serait presque entièrement résolu, vu l'importance relativement faible des variations de la température du filament, surtout avec les filaments au thorium. La solution la plus parfaite sous ce rapport a été donnée par M. Hull, inventeur du dynatron. M. Hull emploie une cathode sous forme d'un solide creux, à l'intérieur duquel passe un filament parcouru par le courant du secteur et qui chauffe la cathode par rayonnement thermique. Les retours des circuits de grille et de plaque aboutissent à la cathode, qui est sensiblement équipotentielle et dont la température est presque constante grâce à sa grande inertie calorifique.

D'autre part, la cathode se trouve portée à une température certainement inférieure à celle du filament qui l'échauffe. Si on établit une force électromotrice alternative d'une centaine de volts entre la cathode et le filament, cet ensemble constitue une soupape fournissant une tension redressée qui est ensuite filtrée et sert à l'alimentation des plaques des lampes réceptrices. Le courant redressé passe de la cathode au filament ; il est constitué par un flux électronique qui,

par bombardement, contribue encore à l'échauffement de la cathode. Ce tube de conception extrêmement ingénieuse semble résoudre entièrement le problème. Il nécessite malheureusement une construction absolument spéciale.

On se rapproche de la condition théorique de cathode équipotentielle en faisant gros et court le filament des tubes ordinaires et en l'alimentant sous des tensions plus petites. On est arrêté dans cette voie par la chute rapide de température du milieu aux bouts du filament, chute s'accentuant avec le raccourcissement du filament (refroidissement par les attaches).

On peut faire le montage de sorte que tout se passe comme si le filament devenait quasi-équipotentiel.

Pour cela, le retour des circuits grille et plaque se fait soit au milieu du secondaire d'un transformateur d'alimentation du filament, soit au milieu d'une résistance shuntant le filament. Ces montages connus sous le nom de montages à prise équipotentielle, ont été souvent préconisés en France et en Amérique. Ils donnent de bons résultats, mais semblent insuffisants pour les récepteurs très sensibles. Ils ont été longuement décrits ailleurs, ainsi que les montages dits « d'opposition ».

Tous ces montages s'appliquent aux lampes travaillant en amplificatrices pures. Quant il s'agit d'amplifier des potentiels notables, il n'est pas toujours facile de faire travailler les lampes en amplificatrices sans détection, donc sans distorsion aucune. C'est tout le problème d'amplification sans distorsion qui apparaît chaque fois que l'on veut appliquer en toute rigueur les raisonnements conduisant aux montages ci-dessus décrits. Dans tous ces cas on use donc abondamment des procédés permettant d'éviter ou d'atténuer la distorsion. On applique donc des tensions relativement élevées aux anodes; on polarise négativement les grilles par rapport à la cathode; on shunte l'espace grille-filament par des résistances d'absorption; on introduit dans les circuits des plaques des impédances élevées; on choisit des lampes (surtout les dernières du récepteur) à grand pas de grille. Les deux derniers procédés visent l'atténuation de la courbure des caractéristiques dynamiques.

Dans le cas de la lampe détectrice, aucun des procédés sus-mentionnés ne s'applique en toute rigueur, la lampe détectrice travaillant *uniquement en raison de la distorsion*. Les sons, musical et parasite, ne sont plus superposés, mais modulés l'un par l'autre. Cela semble si grave, qu'un certain nombre de constructeurs en France et à l'étranger ont simplement éliminé la lampe détectrice, en la remplaçant par un cristal.

Certains autres ont pu tourner la difficulté tout en conservant la lampe détectrice. M. Bernard, ingénieur à la S. F. R., M. Barthelemy, d'autres encore, ont réussi à construire des appareils sensibles, alimentés uniquement en alternatif, la lampe détectrice y comprise. Leurs procédés ont déjà été décrits, ailleurs et ici même.

Chauffage au moyen du courant redressé. — Dès le début de 1923, nous avons constaté que le système le plus simple (nous dirons presque le plus brutal) et offrant le maximum de garanties de bon fonctionnement, était le redressement préalable du courant d'alimentation du filament. Le but visé était l'adaptation immédiate de ce mode d'alimentation aux amplificateurs construits pour fonctionner sur accumulateurs; on n'y change rien, sauf les connexions entre les filaments, que l'on dispose en série, au lieu de les brancher en parallèle. A cette époque les lampes à faible consommation étaient pour ainsi dire introuvables en France ; les bobines de self-inductance du filtre devaient donc être calculées pour un courant moyen de 0 ampère 7 environ. A encombrement donné, cela limitait la valeur de self-inductance, qui devait être assez faible. Pour obtenir un filtrage énergique, nous avons donc été conduit à employer des capacités très importantes ; le coefficient d'affaiblissement par étage du filtre étant sensiblement égal à $L C \omega^2$. Nous avons construit dans ce but des condensateurs électrolytiques, à liquide *immobilisé*, ce qui rendait leur emploi aussi simple que celui des piles sèches. Comme redresseur, nous avons successivement employé les « Tungar » et les redresseurs à vapeur de mercure de la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques. Nous avons constaté que ces redresseurs donnent lieu aux oscillations de haute fréquence, que l'on éliminait d'ailleurs facilement en connectant à la terre, un point convenable du redresseur. Pour réduire l'importance du filtre, nous avons appliqué à l'amplificateur quelques-uns des procédés mentionnés plus haut, *tout comme s'il s'agissait de l'alimentation par du courant alternatif non redressé.* Mais l'efficacité de ces procédés était naturellement beaucoup plus grande, et les dispositifs auxiliaires eux-mêmes étaient le plus souvent inutiles. L'amplificateur à quatre lampes ainsi réalisé était absolument silencieux et permettait une rétroaction aussi franche que dans les appareils ordinaires. Le redresseur le plus simple serait évidemment une soupape électrolytique ; nous ne l'avons pas choisie, pensant que les amateurs, trop heureux de se débarrasser des accus, ne voudraient à aucun prix d'un redresseur *à liquide.*

Depuis, l'apparition des lampes à faible consommation sur le

marché français a considérablement simplifié le problème, et les redresseurs à gaz ou vapeur, les condensateurs électrolytiques, etc... ont perdu beaucoup de leur intérêt. Le courant par filament étant dix fois plus faible qu'auparavant, tout devient plus petit. On peut admettre que le volume d'une self-inductance à noyau ferro-magnétique est proportionnel à l'énergie intrinsèque accumulée (LI^2). A volume égal, les coefficients de self sont donc maintenant cent fois plus forts, et les capacités cent fois plus faibles. On emploie donc maintenant des condensateurs au papier. M. Bernard a mis au point un appareil réellement industriel qui est basé sur le même principe. Le redressement s'opère par des valves à pure décharge électronique, construites par la Société Radiotechnique. L'emploi de valves à vide très poussé facilite beaucoup le redressement et rend le redresseur exempt de bruits parasites. L'appareil complet est simple et facile à manier. Exempt de tout artifice de compensation, il n'est pas sujet au déréglage ; et comme son fonctionnement se rapproche beaucoup de celui d'un appareil alimenté par accus, nous croyons qu'il présente le maximum de sécurité de fonctionnement.

J. PODLIASKY.

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIETE DES AMIS DE LA T. S. F.

Séance du 21 mai 1924

Liste des nouveaux membres.

MM. Letourneau (Jacques), employé, 23, rue des Lombards, Paris (IVe).
Kosmann (Benjamin), employé de commerce, 5, rue Miguel Hidalgo, Paris (XIXe).
Kosmann (Edgar), 5, rue Miguel Hidalgo, Paris (XIXe).
Bourguignon (Albert), agent-mécanicien des P. T. T., 15, rue Ferdinand Fabre, Paris (XVe).
Titoff (Alexandre), professeur du Groupe Académique Russe à la Sorbonne, 10, avenue de La Motte-Picquet, Paris (VIIe).
Giroud (Pierre), ingénieur-chef à la Société « Radiotechnique », 11, rue Condorcet, Paris (IXe).
Fourneau (Jean), lieutenant du génie, 186, rue de Vaugirard, Paris (XVe).
Roelants (Georges), étudiant, 95, rue Jouffroy, Paris (XVIIe).
Rouffet (Joseph), sous-intendant de 1re classe au ministère de la Guerre, 52, boulevard de Vaugirard, Paris (XVe).
Donnadieu (Louis), ingénieur I. E. G., Electric-Hôtel, à Champagne-sur-Seine (Seine-et-Marne).
Iung (Adrien), caporal-radio, 8e génie, centre d'études de liaison et transmission, à Versailles.
Bourgoin (René), ingénieur E. S. E. P., service radio, à Tananarive (Madagascar).

Mlle S. M. Hawes, 287, South Street, Morristown, New-Jersey (U. S. A).

Communications.

La lampe à quatre électrodes, par M. Nozières.

Essais de communication entre Paris et Tunis sur ondes de 35 mètres, par M. Vuibert.

Le texte de ces communications paraîtra prochainement dans *l'Onde Electrique*.

UNE EXPOSITION UNIVERSELLE DE RADIOTÉLÉGRAPHIE AUX ÉTATS-UNIS

On annonce d'Amérique l'organisation d'une première exposition universelle de radiotélégraphie qui se tiendra dans le « Madison Square Garden » à New-York, du 22 au 28 septembre 1924. Cette

exposition organisée sous les auspices de la « Radio Manufacturers Association » est ouverte aux inventeurs et constructeurs de tous les pays, une section est prévue pour chaque nation.

Les nouvelles inventions seront étudiées et récompensées par un jury choisi parmi les plus éminentes personnalités de la technique radiotélégraphique. Ce jury aura également la haute direction d'essais intéressant les problèmes actuels de la science radioélectrique, essais qui seront effectués pendant la durée de l'exposition.

Une section spéciale sera réservée aux constructeurs amateurs qui seront répartis en plusieurs catégories, des prix divers récompensant dans chacune d'elles les amateurs reconnus les plus méritants.

La Radio Manufacturers Association a l'intention de réaliser ainsi chaque année une exposition et un contrat de dix années a été passé à cet effet avec les dirigeants du « Madison Square Garden ».

Nous formons les vœux les plus vifs pour le succès de cette belle manifestation internationale qui contribuera puissamment à la diffusion et l'avancement de la radiotélégraphie.

LE MONUMENT AUX MORTS DU 8e GÉNIE

Un monument aux morts du 8e génie a été inauguré le dimanche 15 juin 1924, sous la présidence de M. le général Ferrié, délégué par le Ministre de la Guerre et en présence du délégué de l'ambassadeur des États-Unis, à Paris. La Légion américaine s'était aussi fait représenter. Ce monument qui rappelle le Souvenir des 1 500 officiers et soldats du 8e morts pour la France a été élevé sur les glacis du fort du Mont-Valérien.

POUR LES FOYERS DU SOLDAT

M. le général Ferrié nous demande d'insérer l'appel suivant en faveur de l'Œuvre des Foyers du Soldat :

« Plusieurs groupements ou Sociétés (Union des Femmes de France, Société de Secours aux Blessés militaires, Groupement Franco-Américain anciennement Y. M. C. A., etc.) ont créé et administrent des « Foyers du Soldat » dans un grand nombre de garnisons, camps, forts, casernes, etc., avec l'approbation et l'appui du Ministre de la Guerre. La téléphonie sans fil est placée au premier



rang des distractions qui peuvent être mises à la disposition de nos jeunes soldats dans ces Foyers. Les appareils récepteurs sont malheureusement d'un prix élevé et les ressources des « Foyers du Soldat » sont toujours très réduites.

« Beaucoup d'amateurs et de constructeurs possèdent des appareils de modèles désuets, ou incomplets, qui ne leur sont d'aucune utilité. Ils ne sauraient en faire un meilleur emploi que de les donner aux « Foyers du Soldat ». Toutefois, comme ces appareils ne constituent pas des postes complets, avec leurs accumulateurs ou piles, leurs antennes, leurs lampes, etc., il serait nécessaire de centraliser les dons de manière à permettre la création de postes aussi complets que possible.

« Les Sociétés locales d'amateurs de T. S. F. pourraient jouer un rôle important, non seulement en acceptant de centraliser les dons, mais encore en se chargeant de l'installation et même parfois de la mise en œuvre des postes de téléphonie sans fil, dans les Foyers du Soldat situés à l'intérieur ou à proximité des villes où elles ont leur siège. Elles entreraient pour cela en relations directes avec les directrices de ces Foyers.

« Les officiers et ingénieurs de la Radiotélégraphie militaire ont déjà accepté sur la demande du général Ferrié, d'apporter leur aide à cette œuvre, à titre privé.

« Les constructeurs et amateurs pourraient donc remettre leurs appareils ou bien aux Sociétés locales d'amateurs qui consentiraient à s'occuper directement elles-mêmes de cette œuvre, ou bien à M. Jouaust (Radiotélégraphie militaire, 51 *bis*, boulevard Latour-Maubourg, Paris). »

UN RECORD DE PORTÉE SUR 600 MÈTRES

Le chef du poste côtier de Saintes-Maries-de-la-Mer vient de signaler qu'il a reçu de Nouvelle-Zélande (Awarua) une lettre annonçant qu'une émission du 13 avril, échangée avec un vapeur italien (*Comte Rosso*) approchant des côtes françaises, avait été perçue au poste d'Awarua, soit à une distance à peu près égale à la moitié de la circonférence du globe terrestre. La même station d'Awarua avait entendu quelques minutes auparavant la station d'Alexandrie (SUH), de puissance sensiblement égale à celle de Saintes-Maries-de-la-Mer (FFS).

Cette portée est évidemment exceptionnelle. Elle constitue un record qui ne laisse pas d'être encourageant pour les recherches entreprises en vue de réaliser de grandes portées avec des émissions de faible puissance et de petite longueur d'onde.

RÉSEAU COLONIAL FRANÇAIS

Le poste colonial de Bamako vient de faire ses premiers essais. Émettant avec une puissance de 105 kw antenne, fournie par l'un des deux alternateurs haute fréquence qui constituent la station, il a été parfaitement entendu en France, la vitesse de transmission ayant atteint 35 mots à la minute. La station sera complètement en ordre de marche pour l'automne prochain.

LES ONDES COURTES DE FL

Des essais ont lieu à la Tour Eiffel depuis le mois de mars, sur des longueurs d'ondes courtes. Nous aurons l'occasion d'en entretenir bientôt plus longuement nos lecteurs.

Signalons que depuis le 15 avril des « météos » émis trois fois par jour sur 115 mètres avec une puissance de 1 300 à 1 400 watts-antenne sont reçus parfaitement en Amérique du Nord, la réception s'effectuant parfois par des moyens fort simples, jusqu'à une seule lampe sur petite antenne.

D'autre part, un amateur résidant au Cap vient d'informer le poste de la Tour Eiffel que le 4 mai, de 5 h 15 à 6 heures du matin, il a parfaitement reçu un message émis sur 115 mètres dont il donne le texte entier. Il recevait avec trois lampes : une amplificatrice haute fréquence, une détectrice, une basse fréquence. La portée couverte est d'environ 10 000 kilomètres.

L'ENSEIGNEMENT ELÉMENTAIRE DE RADIOTELÉGRAPHIE organisé au Conservatoire des Arts et Métiers avec le concours de la Société des Amis de la T. S. F.

Les cours organisés au Conservatoire des Arts et Métiers pour l'enseignement élémentaire de la radiotélégraphie grâce au concours de la Société des Amis de la T. S. F. se poursuivent en ce moment

(2e année). Nous avons le plaisir d'annoncer à nos lecteurs que prochainement le texte de ces cours paraîtra en librairie (1).

Le premier de ces cours dû à M. Lefrand, préparateur à la Chaire d'Électricité industrielle du Conservatoire des Arts et Métiers, traite de l'électrotechnique générale préparatoire à la T. S. F. Présenté sous une forme claire et facilement accessible, il résume l'ensemble de connaissances que doivent posséder tous ceux qui se destinent à l'apprentissage de la T. S. F. Il donne les lois générales indispensables à connaître (Courant continu, piles, accumulateurs, magnétisme, électromagnétisme, induction, induction mutuelle, self-induction, arc électrique, étincelle, condensateur, électrostatique, courants de Foucault, bobine d'induction. Courant alternatif, procédés de calcul, lois générales, circuit oscillant, résonance, résistance en courant alternatif, bobine de self-induction à noyau de fer, transformateurs, alternateurs).

Le second, professé par M. le commandant Metz, traite des principes généraux de la radiotélégraphie et des applications principales de l'onde hertzienne. Après un historique rapide des travaux qui ont conduit à la radiotélégraphie, il y est traité de la charge et décharge d'un condensateur, des lois régissant le couplage de deux circuits oscillants fermés; puis est abordée l'étude des circuits oscillants ouverts, du rayonnement et de la propagation, des procédés d'émission (postes à étincelles, arcs, alternateurs, emploi des triodes), des phénomènes mis en jeu à la réception. Un dernier chapitre traite enfin des applications multiples de l'onde électrique; établissement des réseaux de radiocommunications, radiogoniométrie, télémécanique, guidage des avions, transmission des images à distance, signaux horaires, transmission de la lumière, etc.).

La lecture de ce livre fait conclure, avec l'auteur, « que l'on peut prédire « un avenir immense à cette science nouvelle de la haute fréquence. Il semble que peu à peu tous les ingénieurs et tous les physiciens doivent, par la force des choses, s'intéresser à cette technique nouvelle dont les applications s'étendent chaque jour ».

Les ouvrages de MM. Lefrand et Metz vont paraitre incessamment. Ceux de MM. Mesny, Jouaust et Clavier y feront suite et sont en préparation.

(1) Étienne Chiron, éditeur, 40, rue de Seine, Paris.

CENTRE RADIOTÉLÉGRAPHIQUE DE PARIS

Horaire des émissions sur ondes courtes pour le mois de juillet 1924

Lundi	Mardi	Vendredi	Samedi	Longueur d'onde
7	1	4	5	115 mètres
14	8	11	12	75
21	15	18	19	50
28	22	25	26	25
	29			

Heures T. M. G.		Émission à caractéristiques.
de 05 h 00 à	05 h 10	f f f f f
05 h 15	05 h 25	h h h h h
05 h 30	05 h 40	f f f f f
05 h 45	06 h 00	h h h h h
15 h 00	15 h 15	f f f f f
15 h 20	15 h 35	h h h h h
21 h 00	21 h 15	f f f f f
21 h 20	21 h 35	h h h h h

Le texte suivant sera passé en manipulation *très lente* et sera suivi de traits de quelques secondes pour mesures à l'écouteur shunté.

« v. v. v. de FL - FL - 115 mètres - émission f f f ou h h h. »

Prière de nous signaler particulièrement les intensités relatives de l'émission à caractéristiques f f f f f et de l'émission à caractéristiques h h h h h ainsi que les circonstances atmosphériques.

Donner autant que possible des coefficients d'intensité à chacune des deux émissions, suivant cote ci-dessous :

R 1 = signaux illisibles.
R 2 = lisible très difficilement.
R 3 = faible mais lisible.
R 4 = signaux lisibles.
R 5 = lisible confortablement.
R 6 = très lisible assez fort.
R 7 = signaux forts.
R 8 = signaux trop forts.
R 9 = haut parleur.

Adresser les renseignements au chef du Centre radiotélégraphique de Paris, poste de la Tour Eiffel.

N. B. — Indépendamment de ces émissions, le poste de la Tour Eiffel transmet *chaque jour* aux heures T M G :

04 h 00 14 h 20 23 h 00

des bulletins météorologiques à destination de l'Amérique (longueur d'onde 115 mètres).

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Concours de réception au Radio-Club de Cannes. — A la réunion du 3 avril a été donné le classement des amateurs ayant pris part au concours de réception au cours duquel de remarquables résultats ont été obtenus, ainsi qu'en attestent les procès-verbaux d'écoute du Comité pour les premiers concurrents classés et que nous reproduisons ci-après.

Classement :

1re catégorie (amateurs utilisant un poste construit par eux-mêmes) :

1er M. Buchet; 2e M. Chaussebourg; 3e M. Bon; 4e M. Ramonda.

2e catégorie (amateurs utilisant un poste professionnel) : 1er M. Mignon.

Procès-verbaux :

Écoute du 20 février 1924, chez M. Buchet.

Antenne en L, trois brins de 50 mètres, développement 4 mètres, une lampe autodyne, montage Tesla.

A 21 h 30, audition des P. T. T.
— — de Bournemouth.
— — de Radiola.

Ecoute du 31 mars 1924 sur la même antenne.

A 21 h 20. réception des concerts anglais sur *galène seule*.

Sur antenne intérieure, quatre brins de 5 m 50, réception des concerts anglais.

Ecoute du 21 février 1924, chez M. Bon.

Antenne en éventail de quatre brins de 45 mètres, développement 105 mètres, une lampe autodyne, montage direct.

A 20 h 45 audition de Bournemouth.
— — de Radiola.
— — des P. T. T.
— — de Cardif sur *galène seule*.

A 22 h. 15 audition de FL sur *galène seule* (paroles très compréhensibles pour ces deux auditions).

Ecoute du 26 février 1924, chez M. Ramonda.

Antenne intérieure en parapluie, six brins de 1 m 80, une lampe autodyne montage direct.

A 21 heures, audition des postes anglais.

Ecoute du 14 mars 1924. chez M. Chaussebourg.

Réception sur cadre, deux spires de 1 m 50 × 3 mètres, une lampe autodyne.

A 21 h 50, audition de Bruxelles.

Réception sur bobine d'accord seule sans terre ni antenne, postes anglais (parole audible).

Réception sur antenne intérieure unifilaire de 1 m 25, postes anglais (parole compréhensible).

Lecture d'indicatifs au cours du réglage F F C et F F N.

M. Mignon qui se classe premier des amateurs avec appareils professionnels a obtenu, malgré son jeune âge, des résultats très intéressants tant au point de vue réglage que pureté.

Bien que hâtivement préparé, ce concours, par le succès obtenu, nous permet d'entrevoir pour l'année prochaine une plus grande réussite.

Radio-Club de Saint-Nazaire. — La Radio-Club de Saint-Nazaire n'a cessé d'organiser bimensuellement des réunions au cours desquelles ont eu lieu des causeries-conférences claires et documentées, par M. Cazalet, chef de travaux à l'Ecole Pratique de Commerce et d'Industrie de Saint-Nazaire, ancien chef de poste radiotélégraphique d'armée, de nombreuses explications, démonstrations et commentaires de différents montages, un cours de lecture au son, et de fort intéressantes expériences d'écoute radiotéléphonique sur toutes longueurs d'ondes, ayant donné d'excellents résultats.

Après un an d'existence, le Radio-Club de Saint-Nazaire a tenu, le samedi 29 mars 1924, son Assemblée générale, au cours de laquelle la situation du Club fut envisagée, ainsi que différentes modifications. Le Radio-Club compte actuellement 66 adhérents, et sa situation financière est florissante. Le Bureau, composé de M. le Dr Thollen, président, MM. Devéria et Dréanic, vice-présidents, Lucien Lévy, secrétaire général, et Armand Lévy, trésorier, a réussi à mener à bien les pourparlers qui vont permettre désormais d'organiser les réunions dans les magnifiques locaux du Syndicat d'initia-

tive, 4, rue de l'Océan, où va être transféré le siège social de cette Association; grâce à quoi de nombreux projets à l'étude pourront, espérons-nous, être réalisés au cours de l'année 1924. Les membres sortants du Conseil d'administration ont été réélus à l'unanimité. Le secrétaire général fait part de la lettre reçue et de la réponse faite concernant l'offre d'une maison parisienne prônant fort maladroitement les pièces détachées étrangères de T. S. F. L'Assemblée félicite le secrétaire général de sa réponse à cette maison, et souhaite que cet échange de correspondance soit vulgarisé dans les périodiques de T. S. F. Le président, approuvé par l'Assemblée, remercie M. Lucien Lévy, secrétaire général, de ses efforts constants pour maintenir la vitalité de notre jeune Société. M. Lucien Lévy en profite pour offrir une grande part de ces remerciements à notre tout dévoué administrateur-conseil M. Cazalet, dont la compétence et la bonne grâce ne nous ont jamais fait défaut.

Radio-Club de Dunkerque. — *Compte rendu de la séance du 23 mai 1924.* La séance s'ouvre à 20 h 30 sous la présidence de M. Fesquet et l'on adopte le procès-verbal de la séance du 1er mai, puis l'on procède à l'élection de trois nouveaux membres, ce qui porte le Club à 75 membres actifs ou honoraires.

M. le capitaine de corvette Jacob, commandant la station de T. S. F. de Dunkerque, nous fait part dans une causerie des effets de la foudre sur les antennes de T. S. F. et notamment sur la grande antenne de cette station, chacun peut donc déduire les dangers qu'il résulte de faire de l'écoute lorsque le temps est par trop orageux.

Un membre signale que le Radio-Club de Mulhouse a reçu gracieusement d'un fabricant des lampes de réception et d'émission et chacun souhaite que le Radio Club de Dunkerque quoique de fondation récente mais déjà très fort en nombre puisse à l'avenir jouir des mêmes avantages.

Le Président nous annonce que la ville de Dunkerque en plus de la subvention annuelle de 500 francs dotera probablement le cours de T. S. F. d'un poste d'émission de 60 ou 120 watts, ce qui permettra de diffuser dans la région l'écoute des 200 mètres.

Le Président nous démontre ensuite un appareil de sa construction permettant de faire rapidement tous les montages; un tel appareil étant très précieux aux amateurs, le Club fera distribuer à tous ses membres le schéma de ce montage.

On décide également de se joindre au mouvement « Antiamortie » qui vient de se déclancher, notre région étant très brouillée sur les ondes courtes particulièrement par les bateaux FUD, FFB, OST.

L'émission Radio-Paris ayant demandé phoniquement les adresses des Clubs de France, le Président en répondant à cet appel profitera de cette occasion pour féliciter le Poste de Clichy pour sa puissance et sa bonne modulation actuelle.

La séance est levée à 22 h 30.

Une émission américaine par 200 mètres. — M. Robert Hellen nous informe que la station de New-York 2 YT lancera le 1er juillet à 21 heures des appels en télégraphie sur 200 mètres de longueur d'onde, et prie les amateurs de lui adresser les résultats de leur écoute, 51, rue de Prony, à Paris (8 R H).

Demande d'emploi.

« Bachelier et officier de complément, actuellement négociant, jeune et actif, connaissant commerce et publicité, connaissances techniques sérieuses sur l'électricité et la radio, accepterait de fonder et gérer scrupuleusement succursales de grands établissements français de T. S. F. dans importante ville du nord comme Boulogne, dont la région lui est très connue, ou Lille. Situation stable et d'avenir. »

Adresser les offres par écrit au Secrétariat Général de la Société des Amis de la T. S. F., 21, rue Jacob, Paris-VIe.

ÉTABLISSEMENT DES AVANT-PROJETS D'ÉMETTEURS A TRIODES

Par le lieutenant de vaisseau BLANCHARD
Professeur à l'École des Marins radiotélégraphistes.

« L'étude oscillographique de quelques émetteurs à triodes » publiée dans les numéros de novembre et décembre 1923 de *l'Onde Électrique*, par MM. Dufour et Mesny, a montré à quel point l'approximation faite jusqu'à présent par beaucoup d'auteurs en admettant que le courant d'anode est sinusoïdal, s'éloigne de la réalité. On ne peut sur cette hypothèse baser aucune méthode de calcul préalable des éléments d'un émetteur.

La méthode graphique exposée par le docteur Georg Hans Möller, dans *Sammlung Vieweg* (n° 49, 1920) est, au contraire, d'une merveilleuse logique, et certainement d'une précision comparable à celle des meilleures méthodes de calcul employées dans la technique industrielle pour la construction des dynamos, des alternateurs, etc. Toutefois, cette méthode est d'une application très laborieuse, et nous pensons que la méthode directe et rapide qui va suivre permettra de restreindre la longueur des calculs imposés par la méthode allemande en donnant une première indication sur le point de fonctionnement à rechercher. Cette méthode pourrait même, pensons-nous, suffire dans la plupart des cas.

I. — Le courant électronique total J d'un groupe de tubes électroniques (somme du courant i de grille et du courant j de plaque) ne dépend que de la tension totalisée V (somme de la tension v de plaque et du produit, par le coefficient d'amplification K, de la tension u de grille). On a donc :

$$(1) \qquad J = (i + j) = f(v + Ku) = f(V).$$

La courbe représentative de J en fonction de V s'appelle « caractéristique réduite » du groupe de triodes.

C'est une bonne approximation de considérer J comme proportionnel à V lorsque V reste positif et inférieur à une certaine limite V_s

$$(2) \qquad J = \frac{V}{\rho} \qquad 0 < V < V_s$$

ρ est la résistance interne du groupe de tubes.

Si V devient négatif J s'annule mais ne s'inverse pas, si V devient

supérieur à V_s le courant électronique total reste constamment égal à :

$$J_s = \frac{V_s}{\rho} \qquad (3)$$

J_s est le courant, V_s est la tension totalisée de saturation.

Le courant de grille est négligeable devant le courant de plaque tant que la tension de grille reste notablement inférieure à la tension de plaque, si au contraire la tension de grille devient supérieure à 80 pour 100 environ de la tension de plaque le courant de grille devient comparable et même supérieur au courant de plaque [1].

Il en résulte qu'il existe une tension de plaque minima P au-dessous de laquelle, quelque grande que soit la tension de grille, le

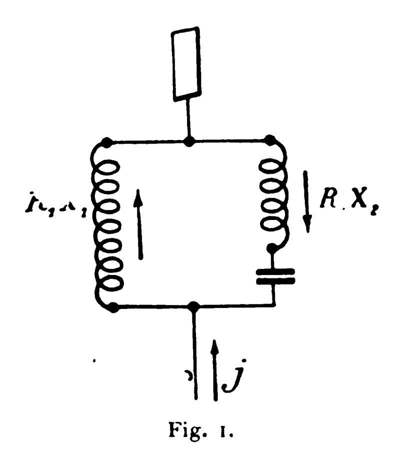


Fig. 1.

courant de plaque reste inférieur au courant de saturation J_s, le courant de plaque finit même alors par diminuer quand la tension de grille augmente, à cause de l'augmentation du courant de grille.

---

[1] Ce chiffre de 0,8 est indiqué par Prince dans un article fondamental paru dans les *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* de juin, août et octobre 1923 : « Vacuum tubes as power oscillators » (Analyse dans *l'Onde Electrique*, n° 23, p. 663). Ce chiffre n'est qu'une moyenne et nous pensons qu'il varie légèrement dans le même sens que le coefficient d'amplification. Faute de meilleur renseignement on pourra donc calculer la tension minima de plaque P par l'équation

$$P = \frac{V_s}{1 + 0{,}8\,K}.$$

Mais il vaudra toujours mieux se reporter au réseau des caractéristiques tension grille-courant plaque dans lequel la tension plaque sert de paramètre. Toutes les courbes correspondant à une tension de plaque supérieure à une certaine limite vont tangenter la droite $j = j_s$, toutes celles qui correspondent à une tension inférieure à cette même limite redescendent avant d'avoir atteint cette droite et montent d'autant moins qu'elles correspondent à des tensions de plaque plus faibles. C'est cette tension limite qu'on choisira pour tension minima de plaque P.

II. — L'un des montages les plus employés pour le circuit oscillant consiste à l'intercaler dans le circuit des plaques suivant le schéma de la figure 1, la capacité pouvant être remplacée par l'antenne; pour plus de généralité, nous ne préjugerons pas de la nature des deux branches du circuit oscillant et nous désignerons leurs résistances et réactances par R_1, X_1 et R_2, X_2. Les grilles des tubes sont portées à un potentiel alternatif, soit par un générateur séparé, soit par le courant principal lui-même. Dans ce dernier cas, on fait agir le courant principal par induction sur une bobine de grille (couplage inductif) ou bien on crée une dérivation du courant principal et on rejoint la grille à un point convenable de cette dérivation (couplage par capacité), ou bien enfin on relie la grille à un point convenable du circuit oscillant lui-même (montages Colpitt et Hartley). Ces différents montages sont représentés dans la figure 2.

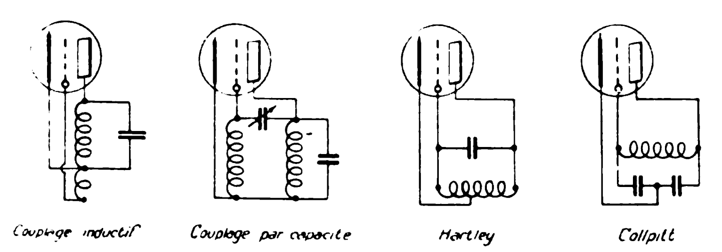


Fig. 2.

Dans le cas de l'excitation séparée on utilise l'oscillation forcée qui a pour fréquence celle de la différence de potentiel appliquée à la grille, on obtiendra donc la plus grande intensité dans le circuit oscillant en le mettant en résonance, c'est-à-dire en annulant sa réactance totale. Dans le cas de l'autoexcitation, on utilise l'oscillation libre et la fréquence de celle-ci est telle que la réactance totale soit nulle, on a donc dans tous les cas :

$$X_1 + X_2 = 0.$$

Posons alors :

$$X = X_1 = - X_2 \tag{4}$$

X étant un nombre positif.

III. — Le courant dans le circuit oscillant est toujours très près d'être sinusoïdal; en effet, même si la force électromotrice induite sur le circuit oscillant par le courant de plaque contient des termes harmoniques intenses, ceux-ci ne produisent qu'un faible courant dans le circuit oscillant grâce à l'énorme impédance de celui-ci pour

des oscillations dont la fréquence est au moins double de sa fréquence propre.

La tension de grille quand elle est produite par un oscillateur séparé peut être rendue très parfaitement sinusoïdale par un filtrage convenable; quand elle est produite par autoexcitation, le courant principal étant sinusoïdal, la tension de grille le sera très sensiblement avec quelques précautions.

La tension alternative de plaque est la somme de deux termes, l'un est dû au courant oscillant, l'autre au passage du courant de plaque dans les impédances intercalées. Ce deuxième terme est généralement assez faible devant le premier, en sorte que la tension alternative de plaque s'écarte peu également de la forme sinusoïdale, d'ailleurs la tension de plaque compte peu dans l'évaluation de la tension totalisée. Il en résulte que la partie alternative de la tension totalisée est très près d'être sinusoïdale au même titre que la tension de grille.

Il n'en est pas de même du courant de plaque, car en fonctionnement normal, et même lorsque la tension moyenne de grille n'est pas abaissée par un condensateur shunté, la tension totalisée est négative pendant une grande partie de la période, et dépasse un peu la tension de saturation V_s pendant une autre petite partie de la période.

IV. — Le courant anodique est donc un courant périodique très éloigné d'être sinusoïdal, mais les équations différentielles reliant entre eux les courants I_1, I_2 dans les deux branches du circuit oscillant et le courant de plaque j sont linéaires, il en résulte qu'elles doivent être vérifiées séparément par les harmoniques de chaque ordre des courants j, I_1 et I_2. Pour calculer le terme fondamental du courant principal il suffit donc de ne considérer que le terme fondamental du courant de plaque. En orientant comme il est indiqué sur la figure 1 les deux branches du circuit oscillant, on a alors, entre l'amplitude j_1 du terme fondamental du courant de plaque et les amplitudes I_1 et I_2 des termes correspondants des courants dans les deux branches du circuit oscillant les relations suivantes :

$$(5) \qquad (R_1 + jX_1) I_1 = -(R_2 + jX_2) I_2 = Zj_1$$

$$j_1 = I_1 - I_2$$

où j désigne $\sqrt{-1}$ et Z l'impédance complexe

$$Z = \frac{(R_1 + jX_1)(R_2 + jX_2)}{R_1 + jX_1 + R_2 + jX_2}$$

En tenant compte de la relation (4) en appelant R la résistance totale du circuit oscillant et en négligeant R, R_1 et R_2 devant X il vient :

(6) $$Z = \frac{X^2}{R}$$

(7) $$I_1 = I_2 = I = -j\frac{X}{R}j_1.$$

Cette équation très importante montre que le courant oscillant est en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur le courant de plaque et que le rapport des amplitudes de leur terme fondamental est :

(8) $$\frac{I}{j_1} = \frac{X}{R}.$$

De plus, Z étant réel, la tension alternative de plaque est en opposition avec le courant de plaque, la tension alternative de grille est donc en phase avec ce même courant. On peut donc poser :

(9) $$\begin{cases} v = v_0 - v_1 \cos \omega t; \\ u = -u_0 + u_1 \cos \omega t; \\ j = j_0 + j_1 \cos \omega t + \text{termes harmoniques.} \end{cases}$$

Le courant électronique s'annule aux instants définis par l'équation :

$$V = v_0 - Ku_0 + (Ku_1 - v_1)\cos \omega t = 0$$

et atteint ou abandonne la valeur J_s aux instants définis par l'équation :

$$V = v_0 - Ku_0 + (Ku_1 - v_1)\cos \omega t = V_s.$$

Posons :

(10) $$\begin{cases} \cos \omega t_0 = \cos \alpha = \dfrac{Ku_0 - v_0}{Ku_1 - v_1} & 0 < \alpha < \pi; \\ \cos \omega t = \cos \beta = \dfrac{Ku_0 - v_0 + V_s}{Ku_1 - v_1} & 0 < \beta < \pi. \end{cases}$$

Les solutions sont :

(11) $$t_0 = \frac{2n\pi}{\omega} \pm \frac{\alpha}{\omega} \qquad \text{et} \qquad t_1 = \frac{2n\pi}{\omega} \pm \frac{\beta}{\omega}$$

A l'instant $-t_0$ le courant de plaque prend naissance; à l'instant $-t_1$ il atteint la valeur J_s et la conserve jusqu'à l'instant $+t_1$, il recommence alors à décroître et s'annule à nouveau à l'instant $+t_0$.

Il y a avantage à ce que la tension de plaque soit aussi faible que possible pendant tout le temps que passe le courant de saturation; elle ne peut toutefois sans inconvénient devenir inférieure à la limite P définie ci-dessus, et cela pour deux raisons : d'abord nous risquerions de ne plus atteindre la saturation et ensuite nous serions conduits à employer une grande tension maxima de grille, celle-ci débitant beaucoup consommerait inutilement beaucoup d'énergie. Nous aurons donc, dans les meilleures conditions :

(12) $$v_1 = v_0 - P$$

et en désignant par G la tension maxima de grille :

(13) $$KG + P \geqslant V_s$$

enfin, u_1 et u_0 sont reliés par l'équation :

(14) $$u_1 - u_0 = G.$$

Nous avons donc trois arbitraires, u_0, v_0 et G, les meilleures valeurs de u_1 et v_1 s'en déduisent par les relations (12), (13) et (14).

V. — La puissance utile dans le circuit oscillant est :

(15) $$W_u = \frac{1}{2} RI^2.$$

La tension alternative de plaque est :

(16) $$v_1 = X.I$$

en combinant ces équations avec l'équation (8) il vient :

(17) $$W_u = \frac{1}{2} RI^2 = \frac{1}{2} v_1 . j_1.$$

Le rendement est donc :

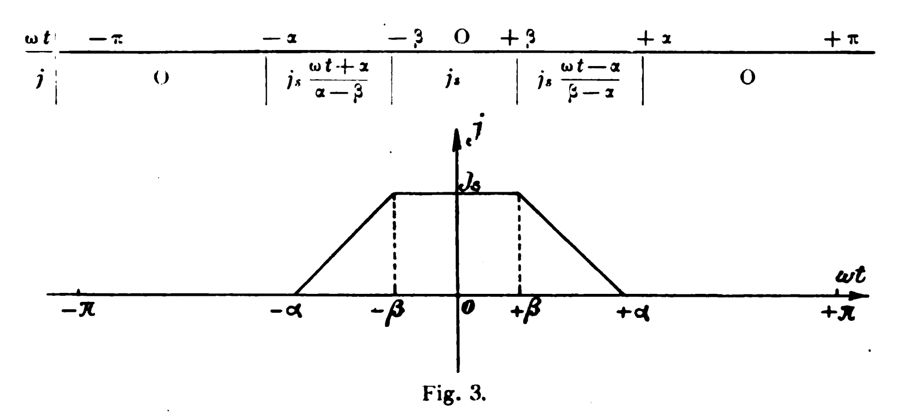
(18) $$\rho = \frac{v_1 j_1}{2 v_0 j_0}$$

ou en remplaçant v_1 par $v_0 - P$:

(19) $$\rho = \left(1 - \frac{P}{v_0}\right) \cdot \frac{j_1}{2 j_0}$$

on voit que v_0 doit être aussi grand que possible, P est ce qu'on peut appeler la *tension de plaque perdue*. Il faut ensuite s'attacher à ce que le courant de plaque comporte pour une valeur moyenne j_0 donnée, un terme de la fréquence fondamentale aussi intense que possible, c'est cette condition qui va fixer le choix de u_0.

VI. — Adoptons schématiquement comme loi de variation du courant de plaque celle qui est exposée par le tableau et la courbe ci-dessous :



ωt	$-\pi$	$-\alpha$	$-\beta$	O	$+\beta$	$+\alpha$	$+\pi$
j	0	$j_s \frac{\omega t+\alpha}{\alpha-\beta}$		j_s	$j_s \frac{\omega t-\alpha}{\beta-\alpha}$	O	

Fig. 3.

La valeur moyenne du courant de plaque est évidemment :

(20) $$j_0 = j_s \cdot \frac{\alpha+\beta}{2\pi}$$

nous appellerons $\alpha+\beta$, *angle moyen d'ouverture du courant de plaque.*

L'amplitude du terme fondamental est :

(21) $$j_1 = \frac{1}{\pi}\int_{-\alpha}^{+\alpha} j.\cos\omega t.d\omega t = j_s \cdot \frac{2(\cos\beta-\cos\alpha)}{\pi(\alpha-\beta)}$$

La puissance utile dans le circuit oscillant est donc :

(22) $$W_u = \frac{1}{2} v_1 j_1 = (v_0 - P).j_s \cdot \frac{\cos\beta-\cos\alpha}{\pi(\alpha-\beta)}$$

La puissance fournie aux plaques est :

(23) $$W_p = v_0 j_0 = v_0 . j_s \cdot \frac{\alpha+\beta}{2\pi}$$

et le rendement

(24) $$\rho = \left(1-\frac{P}{v_0}\right) \cdot \frac{2(\cos\beta-\cos\alpha)}{\alpha^2-\beta^2}$$

α et β étant donnés par les équations (10).

La puissance libérée dans l'intérieur des tubes est :

(25) $$Q = v_0 j_s \cdot \frac{\alpha+\beta}{2\pi}\left[1-\left(1-\frac{P}{v_0}\right)\frac{2(\cos\beta-\cos\alpha)}{\alpha^2-\beta^2}\right]$$

VII. — Dans le cas où α et β sont petits devant l'unité on peut remplacer $(\cos\beta - \cos\alpha)$, par le développement en série limité aux deux premiers termes :

$$\cos\beta - \cos\alpha = \frac{\alpha^2 - \beta^2}{2} - \frac{\alpha^4 - \beta^4}{24}$$

il vient alors :

(26) $$W_u = (v_0 - P) j_s \frac{\alpha + \beta}{2\pi}\left(1 - \frac{\alpha^2 + \beta^2}{12}\right)$$

$$W_p = v_0 j_s \frac{\alpha + \beta}{2\pi}$$

(27) $$\rho = \left(1 - \frac{P}{v_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{\alpha^2 + \beta^2}{12}\right)$$

(28) $$Q = v_0 . j_s . \frac{\alpha + \beta}{2\pi}\left(\frac{P}{v_0} + \frac{\alpha^2 + \beta^2}{12}\right).$$

Dans cette dernière équation on a négligé le produit de $\frac{\alpha^2 + \beta^2}{6}$ par $\frac{P}{v_0}$. Ces équations montrent que la puissance utilisable diminue très vite à mesure que diminue l'angle moyen d'ouverture du courant de plaque, le rendement augmente en même temps, mais eu égard à la diminution de la puissance utile et à l'exagération des harmoniques qui en seraient la conséquence, il ne serait pas raisonnable de trop diminuer l'angle moyen d'ouverture du courant de plaque.

Tableau des valeurs de $\frac{\cos\beta - \cos\alpha}{\pi(\alpha - \beta)}$ et de $\frac{2(\cos\beta - \cos\alpha)}{\alpha^2 - \beta^2}$

Dans chaque case ces deux nombres sont superposés.

α \ β	15°	20°	30°	40°	50°	60°
40°	0,145 0,952	0,158 0,947	0,182 0,938	»	»	»
50°	0,168 0,932	0,180 0,928	0,203 0,916	»	»	»
60°	»	0,200 0,902	0,222 0,890	0,242 0,873	»	»
70°	»	0,218 0,872	0,239 0,860	0,257 0,843	»	»
80°	»	»	0,252 0,826	0,270 0,810	0,285 0,789	»
90°	»	»	0,263 0,790	0,279 0,773	0,293 0,753	0,304 0,729

VIII. — **Calcul d'un émetteur.** — On se fixe d'abord le nombre et le type de triodes à employer, donc K, ρ, V_s, j_s, Q et P. Dans le tableau ci-joint qui indique en fonction de α et β les valeurs des coefficients

$$\frac{\cos\beta - \cos\alpha}{\pi(\alpha - \beta)} \quad \text{et} \quad \frac{2(\cos\beta - \cos\alpha)}{\alpha^2 - \beta^2}$$

on choisit, suivant qu'on recherche surtout une grande puissance ou un grand rendement, les valeurs les plus convenables des angles α et β. On détermine alors v_0 par l'équation :

$$v_0 = \frac{Q - P . j_s . \dfrac{\cos\beta - \cos\alpha}{\pi(\alpha - \beta)}}{\left(\dfrac{\alpha + \beta}{2\pi} - \dfrac{\cos\beta - \cos\alpha}{\pi(\alpha - \beta)}\right) j_s} \tag{29}$$

qu'on obtient en résolvant l'équation (25) par rapport à v_0. Les équations (10) résolues par rapport à u_0 et u_1 donnent alors :

$$v_1 = v_0 - P \tag{30}$$

$$u_0 = \frac{v_0}{K} + \frac{V_s}{K} \frac{\cos\alpha}{\cos\beta - \cos\alpha} \tag{31}$$

$$u_1 = \frac{v_1}{K} + \frac{V_s}{K} \frac{1}{\cos\beta - \cos\alpha} \tag{32}$$

$$G = u_1 - u_0.$$

Si G est supérieur aux quatre-vingts centièmes de P, forcer un peu P et refaire le calcul. On a ainsi tous les éléments pour déterminer le rendement, la puissance, etc. Reste à déterminer en quel point du circuit oscillant il faut faire la prise de plaque, pour cela on déterminera X par l'équation (16).

Connaissant u_1 et I, si le poste doit être auto-excitateur on peut calculer les constantes dont dépend la réaction (la mutuelle entre la bobine de grille et le circuit oscillant, par exemple), si le poste doit être excité par un générateur séparé on construira par points la courbe représentative du produit ui en fonction du temps, la surface de cette courbe rapportée à l'unité de temps représente la puissance nécessaire pour commander le potentiel de grille.

Si la tension moyenne négative de grille doit être produite par une résistance intercalée, on tracera aussi par points la courbe représentative du courant de grille en fonction du temps, la surface de cette courbe rapportée à l'unité de temps est égale au courant



moyen de grille, la simple application de la loi d'ohm indiquera alors la valeur convenable de la résistance de grille.

On pourra refaire le même calcul pour des valeurs peu différentes de α et β et choisir la solution la plus conforme au but poursuivi.

IX. — Les calculs précédents s'appliquent, croyons-nous, d'une façon très satisfaisante aux émetteurs où la tension de grille est très près d'être sinusoïdale; or, c'est là la première des conditions à satisfaire pour éviter des harmoniques trop intenses et très gênants. En effet, dès lors que le courant de plaque ne peut être sinusoïdal si on recherche un bon rendement, la force électromotrice induite sur le circuit oscillant contient des harmoniques et le courant principal en contient aussi; mais on doit au moins chercher à ce que leur action sur le potentiel de grille soit la plus faible possible, afin qu'ils ne se renforcent pas d'eux-mêmes par réaction.

A cet effet, on peut recommander de dériver la tension de grille aux bornes d'un condensateur comme dans le Colpitt plutôt qu'aux bornes d'une self comme dans le couplage inductif et le Hartley; en effet, la réactance d'un condensateur est 2, 3... *n* fois plus faible pour les harmoniques que pour le fondamental, c'est l'inverse dans le cas d'une self. On peut essayer aussi d'employer des montages dans lesquels la condition d'entretien puisse être satisfaite pour l'oscillation fondamentale et ne pas l'être pour les harmoniques, comme par exemple le couplage dit « par capacité ». Au point de vue des harmoniques le couplage inductif et le Hartley sont les moins bons montages.

BLANCHARD.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE QUELQUES PROCÉDÉS DE DÉTECTION DES OSCILLATIONS DE HAUTE FRÉQUENCE (*suite*) (¹)

Par M. Raymond DUBOIS

Ingénieur E. P. C. I., collaborateur scientifique au Centre d'études de la Marine à Toulon.

SOMMAIRE

a) Généralités sur la détection.
b) But particulier de la recherche exposée ici et méthode d'investigation utilisée.
c) Résultats obtenus dans l'étude des détecteurs actuels :
Galène ;
Lampe détectant par courbure grille ;
Lampe détectant par courbure plaque ;
d) Étude de la détection lorsqu'elle suit ou précède un amplificateur.
e) Vérifications expérimentales de la légitimité d'employer la caractéristique statique des lampes pour prévoir le fonctionnement détecteur quantitativement.

---

c) *Cas de la grille isolée* : R*g* = ∞. — Supposons qu'on augmente R*g* indéfiniment. La détection devient plus sensible mais la constante de temps augmente de plus en plus.

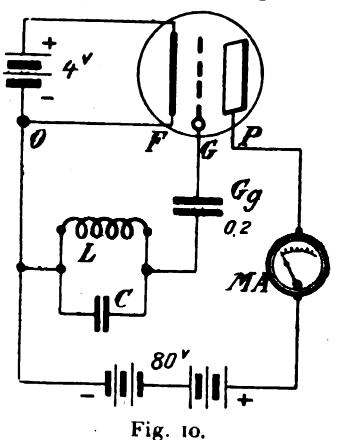


Fig. 10.

Si l'on supprime la résistance de fuite, on obtient le montage de la fig. 10, où la grille est isolée.

(¹) Voir le début dans le numéro de juin (nº 30), p. 285.

Prenons $Cg = 0{,}2\ \mu F$ et soumettons le circuit oscillant à l'action de l'émetteur. On constate qu'immédiatement le courant-plaque, qui s'était fixé à 1,3 milliampère pour un chauffage de 4 v. et une tension-plaque de 80 v., tombe à une valeur d'autant plus faible que l'oscillation est plus forte.

Si l'on arrête l'émission, le courant-plaque *diminue* d'abord davantage puis revient lentement à sa valeur initiale. A l'oscillographe on obtient la courbe 2 de la fig. 11.

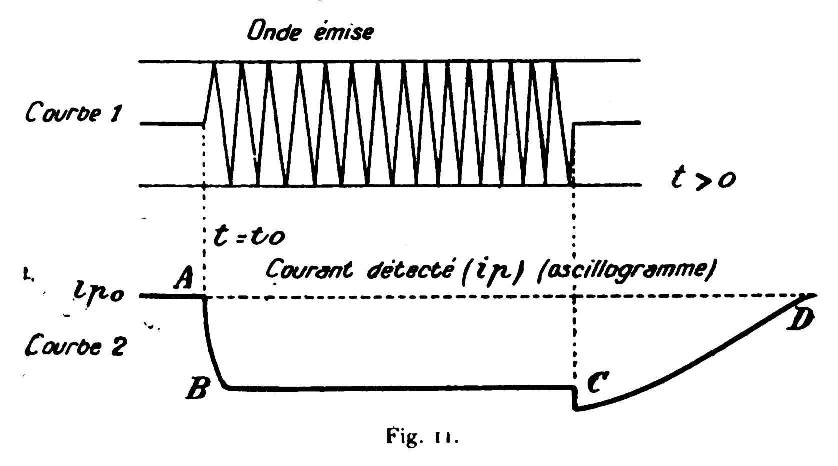


Fig. 11.

L'explication du crochet vers le bas C est la même que précédemment, la détection-grille *cesse* après la détection-plaque qui en réduisait l'action.

Le mécanisme de la détection par grille isolée est extrêmement intéressant et instructif.

Avant l'instant t_0, où commencera l'émission, la grille prend un potentiel tel que le courant-grille s'annule. En fait, son isolement n'est jamais absolu, j'ai constaté qu'il était d'environ 100 mégohms pour une lampe Métal sur support d'ébonite ordinaire. Il en résulte que le potentiel-grille s'établit à 1 volt environ (le zéro étant le potentiel le plus bas du filament), potentiel pour lequel $ig = \frac{-1^{v}}{10^{8}\,\omega} = \frac{1}{100}$ de microampère.

Quand l'oscillation commence, à l'instant $t = t_0$, les alternances positives font capter des électrons par la grille. Ces électrons la chargent négativement ainsi que l'armature de Cg qui lui est reliée. Cette opération est rapide, car Cg est faible (0,2 mμF). La grille devenant plus négative, c'est-à-dire son potentiel moyen décroissant, la partie des alternances pendant laquelle elle capte des électrons, décroît. Elle

atteindra spontanément un nouvel équilibre (pendant l'oscillation entretenue) dans lequel le potentiel moyen se sera abaissé jusqu'à ce que le courant-grille moyen ne dépasse pas $\frac{1}{100}$ de microampère. En fait, si l'amplitude de l'oscillation H. F. a une valeur de V volts, il faut pratiquement que le potentiel moyen de grille baisse de V volts très sensiblement, faute de quoi elle capterait plus d'électrons qu'elle n'en peut écouler par son courant de 10^{-8} amp. ce qui abaisserait son potentiel automatiquement.

Ce point est fondamental, car il en résulte que la détection est pra-

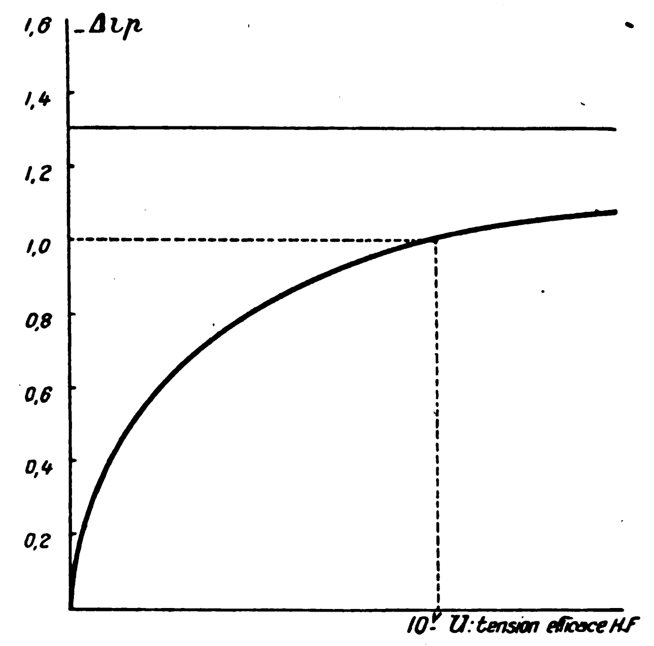


Fig. 12. — Caractéristique de détection de la lampe à grille isolée.

tiquement linéaire pour les petites tensions [1], car le courant-plaque baisse d'une quantité proportionnelle à l'abaissement Δu^g de tension moyenne de grille.

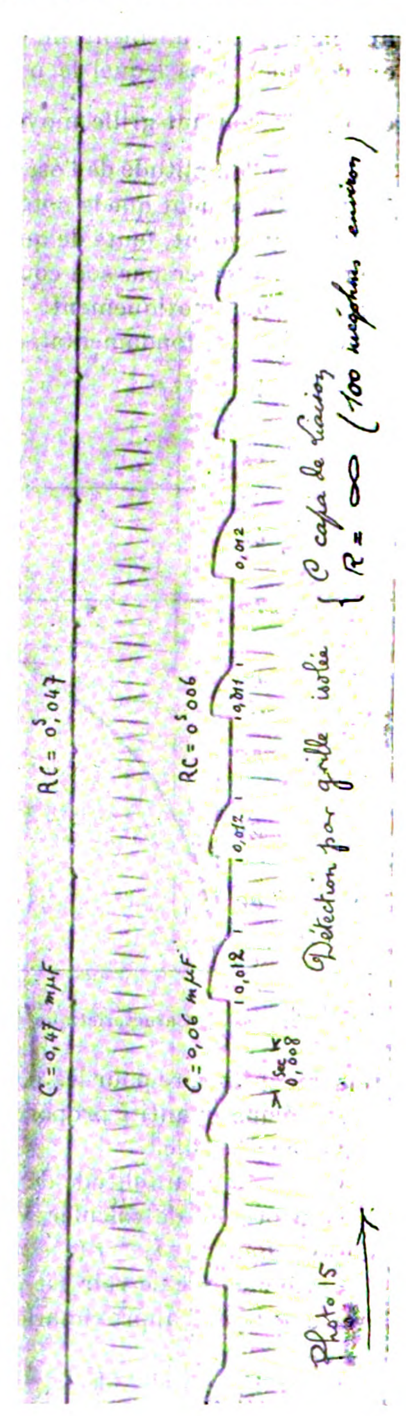
Or $\Delta u_g = V$ (amplitude de la tension de H. F.).

Ceci permet de calculer V à partir de Δi_p car la caractéristique statique fournit $\Delta i_p = f(\Delta u_g)$ (voir paragraphe *e*).

Cette manière de voir est vérifiée pour les très petites oscillations avec une bonne approximation. Il n'en est plus de même dès que la

[1] Plus l'isolement-grille est parfait, plus le courant-grille moyen devient faible, ce qui rend la détection plus exactement linéaire.

Oscillogrammes 14.



Oscillogrammes 15.

courbure de la caractéristique de plaque intervient. On obtient pratiquement une caractéristique de détection (voir fig. 12) d'abord rectiligne, puis très courbée, le courant plaque ne pouvant baisser au-dessous de zéro.

Lorsque l'émission cesse, la grille met un temps relativement long à revenir à son potentiel normal. C'est qu'en effet elle ne peut se décharger qu'à travers la forte résistance des isolants (voir les oscillogrammes n°s 14 et 15). Par exemple, pour l'exemple cité : $Rg = 10^8$ ohms $C = 0{,}2\ 10^{-9}$ F

$$T = RC = 0{,}2\ 10^{-1} = \frac{1}{50} \text{ sec.}$$

Pratiquement, une détection aussi lente ne peut convenir pour la réception téléphonique, mais elle est susceptible d'applications fort intéressantes et tout à fait précieuses.

Par exemple son retard peut être utilisé pour provoquer par un train d'onde très bref une variation de longue durée du courant-

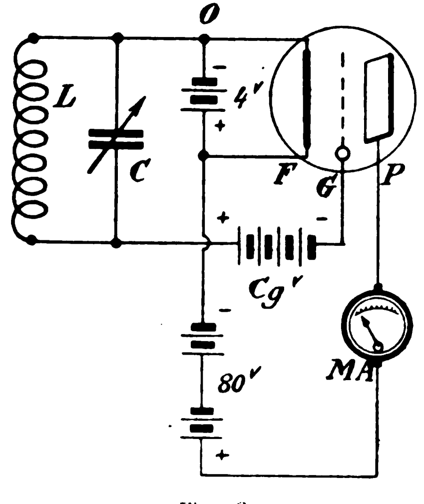


Fig. 13.

plaque : un train d'onde durant 1/1000 de seconde, détecté avec $R = 10^8$ ohms et $C = 2$ mμF durera 1/5 de seconde environ. Ce détecteur est donc un *relais différé* fort commode.

Grâce à son début rectiligne, la courbe de la fig. 12 fournit un moyen très simple de mesurer les petites amplitudes de tension H. F.

Par exemple pour mesurer l'intensité de signaux scientifiques en *ondes entretenues,* il suffit de détecter par ce procédé et de mesurer la

diminution de courant-plaque. Dans ce cas on a tout intérêt à prendre une lampe à cornes, l'isolement est bien meilleur ce qui a deux avantages :

1° La caractéristique statique permet de calculer sans erreur la région initiale de la courbe de la figure 12, car R est pratiquement infini.

2° On a une constante de temps telle qu'entre deux points ou traits du même signal le courant-plaque ne remonte pas, ce qui facilite les mesures au galvanomètre (montage avec compensation du courant moyen).

Détection par courbure-plaque (fig. 13). — Elle est l'un des procédés de détection les plus simples et les plus fidèles, malheureusement beaucoup moins sensible que les précédents (courbure-grille).

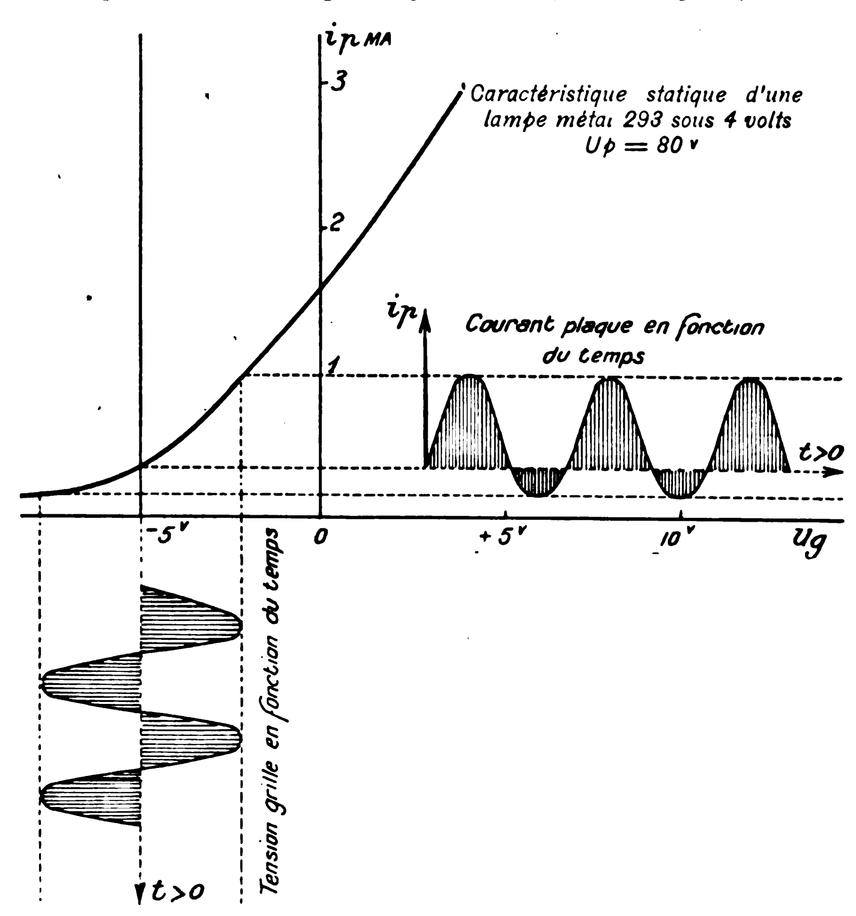


Fig. 14.

Par une pile sèche on ramène le potentiel moyen de grille à être — 5 volts environ. Comme la résistance du circuit extérieur de grille reste faible, le potentiel moyen de la grille ne varie pas, quand le courant moyen de grille change, et en valeur instantanée il oscille sinusoïdalement en haute fréquence (voir fig. 14, courbe $U_g = f(t)$ vers le bas).

Le courant-plaque varie, mais dans la région la plus courbée de la caractéristique, l'intensité est représentée par la courbe $i_p = f(t)$ (à droite de la figure 14) qu'on déduit pour chaque instant d'une période de la sinusoïde à l'aide de la caractéristique statique.

Nous reviendrons plus loin (*e*) sur ces opérations.

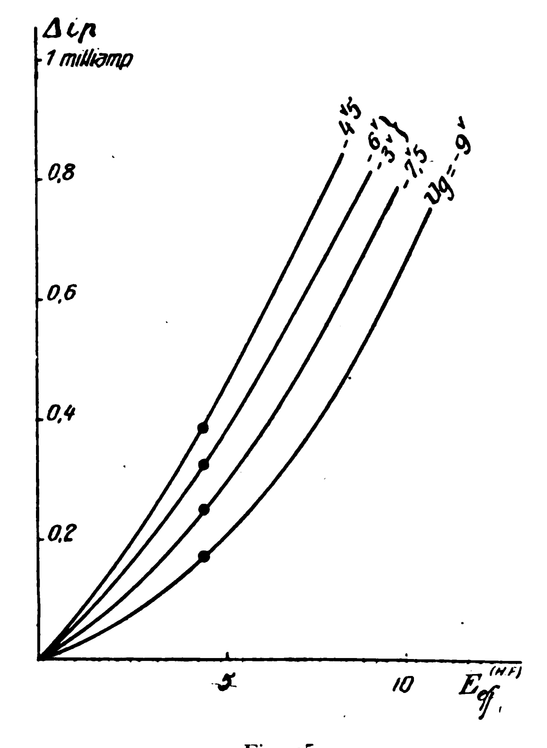


Fig. 15.

La valeur moyenne de la courbe de i_p est plus grande que sa valeur initiale en l'absence d'oscillation, à cause de la courbure.

Le courant continu de plaque augmente donc avec l'amplitude E de l'onde de haute fréquence.

La figure 15 représente les courbes obtenues expérimentalement $\Delta\ i_p = f\ (E)$ pour quelques valeurs de e_g. La plus avantageuse est

$e_g = - 4^v,5$. (Une pile de lampe de poche convient parfaitement.)

Ces courbes sont à peu près paraboliques.

La différence fondamentale entre les propriétés de cette détection, et celles des précédentes, réside dans l'instantanéité de la modification du courant-plaque.

A un autre point de vue, on peut dire que les détections précédentes sont surtout intéressantes pour les oscillations très petites. Ici, au contraire, les faibles oscillations sont bien moins détectées que les grandes, mais la saturation est moins vite atteinte.

d) Détection avant ou après amplification.

1° *Détection suivie d'amplification basse fréquence.* — Pour la télégraphie et la téléphonie, les amplificateurs à transformateurs ou à résistances conviennent fort bien. La présence d'un transformateur

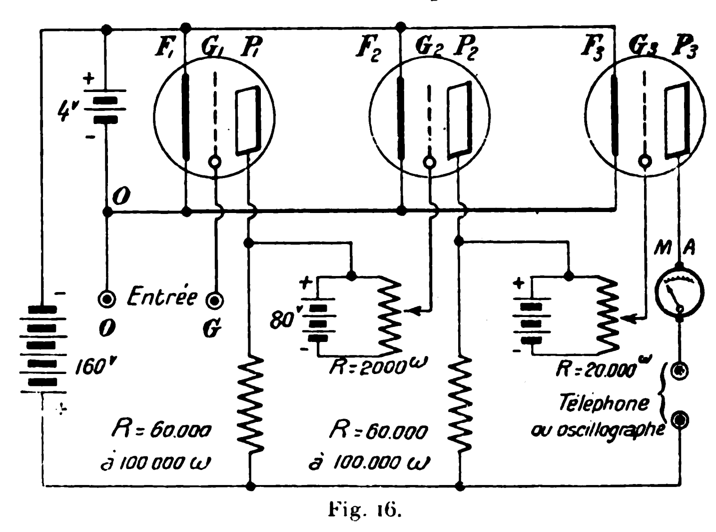


Fig. 16.

pour coupler le circuit traversé par le courant détecté avec l'entrée de l'amplificateur, n'a pas d'inconvénient.

Il n'en est pas de même pour les mesures de taux de modulation. Il est nécessaire d'oscillographier un courant de sortie qui soit vraiment proportionnel à tout instant à la valeur du courant détecté. Il ne faut donc pas que la composante moyenne (courant continu résultant de la détection de l'onde porteuse) disparaisse.

Ceci conduit à utiliser comme amplificateur le type dit *à contre-batteries de liaison, ou amplificateur de courant continu.*

Le principe de cet amplificateur (voir schéma fig. 16) est le suivant : c'est un amplificateur à résistances dont les capacités d

e

liaisons sont remplacées par des piles ou accus dont le rôle est de transmettre, quelle que soit la fréquence, les variations de potentiel, tout en donnant à la grille un potentiel moyen nul ou légèrement négatif.

Pour que les points de fonctionnement soient au point d'inflexion de la caractéristique pour une tension-grille nulle, il faut prendre 160 volts pour la tension-plaque, ce qui conduit à prendre des contre-batteries de 80 volts environ.

On peut rendre le réglage possible : soit par des contre-batteries montées en potentiomètre, soit par des résistances-plaques variables entre 60000 et 100000.

Le réglage consiste à rendre les courants-plaques égaux au demi-courant de saturation (point d'inflexion de la caractéristique). Le coefficient d'amplification est de 100 à 200, suivant les lampes (1). Il est constant pour les fréquences de 0 à 4000.

On remarquera que pour relier une lampe détectrice à un tel amplificateur, il faut la monter exactement de même que la première lampe (résistance de 80000 ω dans la plaque avec contre-batterie pour ramener la grille suivante à 0). Cette disposition ne présente pas de difficulté, il n'y a pas de tendance à l'accrochage.

Le cas le plus intéressant est le montage d'une galène avec un tel amplificateur.

Si l'on monte la galène comme l'indique la figure 17, c'est-à-dire en

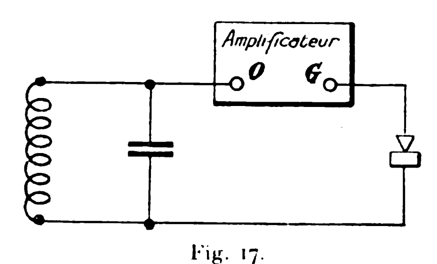


Fig. 17.

série avec l'espace filament-grille de la première lampe, on constate que l'ensemble fonctionne bien.

Cela paraît paradoxal, la résistance filament-grille atteignant un mégohm environ devrait, pratiquement, rendre insensible la détection par galène. En fait, il n'en est rien, parce que la capacité grille-filament

(1) L'amplification est indépendante de la fréquence pour les fréquences audibles, la limite étant d'autant plus reculée vers les fréquences élevées que l'on diminue davantage les capacités des batteries par rapport au sol.



qui atteint 22 $\mu\mu$ F^d (10^{-12} F^d) constitue une impédance bien plus petite qu'un mégohm pour les ondes courtes (300 à 1 000 m).

$$(\lambda = 300 \text{ m donne } \omega = 2\pi f = 6{,}28\ 10^6 \quad \text{d'où}$$

$$\left.\frac{1}{\omega c} = \frac{10^{-6}}{6{,}28 \times 22\ 10^{-12}} = \frac{106}{138} = 7300^{\omega} \text{ environ}\right).$$

Cette détection est d'autant meilleure que l'onde est plus courte. Il est facile de l'améliorer : il suffit d'augmenter la capacité-grille-filament par une capacité C_2 en parallèle sur l'entrée de l'amplificateur (fig. 18).

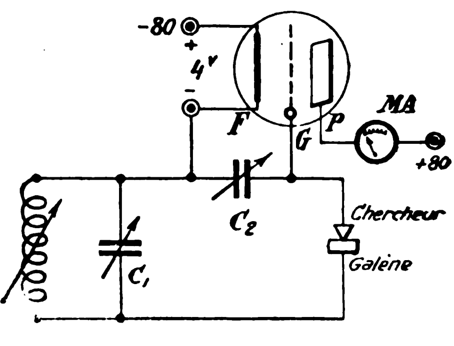


Fig. 18.

La capacité C_2 doit être choisie d'autant plus grande que la longueur d'onde est plus grande, car :

$\frac{1}{\omega C_2}$ doit rester petit devant la résistance de la galène qui est de l'ordre de 3000^{ω} à 30000^{ω}.

Si on prend $\frac{1}{\omega C_2} \leqslant 1000^{\omega}$ on aura puisque $\omega = \frac{2\pi\ 300000^{km}}{\lambda^{km}}$

$C_2 \geqslant \frac{1}{\omega \times 1000}$ ou $C_2 \geqslant \frac{\lambda^{km}}{6\pi\ 10^8}$ ou $C_2 \geqslant (0{,}5\ \lambda^{km})$ en millièmes de μ F.

Pour $\lambda = 1000$ m, il faut $C_2 = 0{,}5$ m μ F;

$\lambda = 2000$ m, il faut $C_2 = 1$ m μ F.

Remarquons que ceci n'introduit pas de constante de temps appréciable dans la détection, car la résistance du circuit de galène est faible (quelques milliers d'ohms).

Si $R = 3000^{\omega}$ par exemple avec $C = 2$ m μ F, on aura :

$T = RC = 3.10^3.2.10^{-9} = 6.10^{-6}$ sec — temps inappréciable.

Nous avons spécialement étudié le montage de la figure 18 que nous appellerons pour simplifier la terminologie : *Détecteur Galène-Lampe.*

Caractéristique de détection du montage Galène-Lampe. — C'est presque exactement une droite passant par l'origine pour les amplitudes de tension supérieures à 1 volt.

La sensibilité est un peu plus faible que celle des lampes détectrices par courbure-grille (la moitié environ au-dessous d'un volt efficace de tension haute fréquence) pour les faibles amplitudes. Par

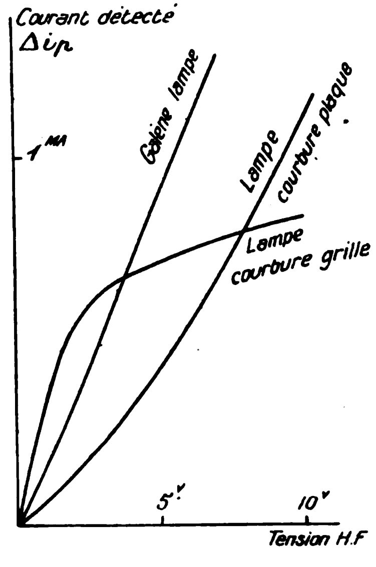


Fig. 19.

contre, l'avantage est très marqué aux amplitudes de plusieurs volts.

La conclusion est que pour les enregistrements à faible amplification basse fréquence (1 seule lampe), le montage galène-lampe est excellent ; il permet de détecter des phénomènes ayant subi une forte amplification de haute fréquence.

Il n'est pas avantageux, au contraire, pour les très petits phénomènes, parce que peu sensible et non linéraire dans cette région.

Il y a lieu de se souvenir que cette détection est pratiquement instantanée.

Ce montage nécessite, en général, au moins un étage d'amplification haute fréquence avec transformateur haute fréquence à moins que le poste d'émission ne soit très puissant et très rapproché.

2° *Détection après amplification haute fréquence.* — La détection par une lampe, succédant à un ou plusieurs étages de haute fréquence, ne présente aucune particularité. C'est le montage banal des amplificateurs à transformateurs haute fréquence, à résistance ou à self.

Il faut cependant signaler un fait important pour les montages de mesure de taux de modulation; la présence d'une liaison par capacité et résistance de fuite introduit une déformation très grave, altérant beaucoup la valeur du taux de modulation apparent.

Prenons, par exemple, le cas suivant : deux étages à résistance précédant une détectrice par capacité shuntée.

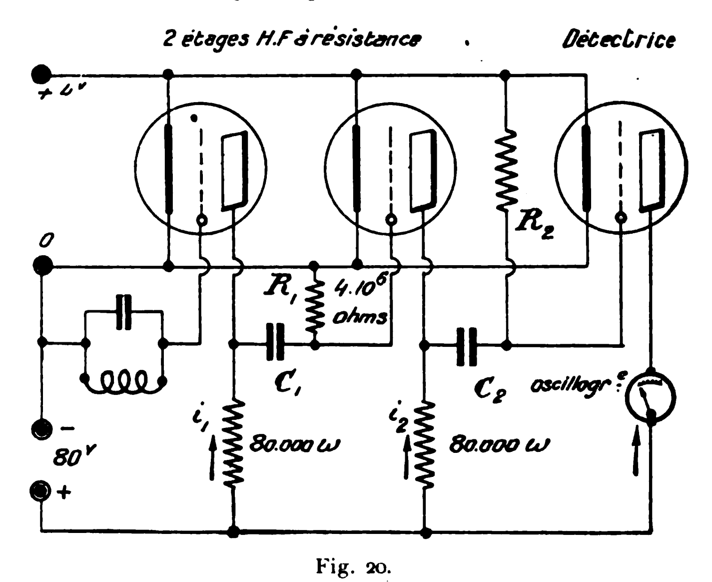


Fig. 20.

N'oublions pas qu'une lampe comportant une capacité de liaison sur la grille et une résistance de fuite élevée (4 mégohms) constitue une détectrice.

La deuxième lampe joue donc à la fois le rôle d'une lampe haute fréquence et d'une détectrice.

Quand un train d'onde comportant un certain nombre de périodes excite le circuit oscillant d'entrée, il produit dans la deuxième lampe une chute de tension-grille qui est la cause de la détection par cette lampe. Le courant-plaque i_2 *moyen* décroît; donc la tension moyenne de plaque augmente, puisque $U_{p2} = 80^v - R_2 i_2$. La grille n° 3 est donc le siège de deux phénomènes :

1° L'oscillation de haute fréquence, qui va produire une dimi-

nution de son potentiel à cause de la chute ohmique due au courant-grille accru traversant la résistance de fuite, d'où la *diminution* du courant moyen de plaque i_3. — C'est le phénomène de détection par la troisième lampe;

2° L'augmentation de tension-plaque U_{p2} de la lampe précédente transmise par la capacité C_2 de liaison, qui provoque une élévation temporaire du potentiel grille, ce qui entraîne une augmentation du courant-plaque (sens opposé à celui de la détection). A la fin du signal on a l'effet inverse, i_2 reprend sa valeur initiale en abaissant la tension U_{p2}, et par suite la tension-grille U_{g3} baisse au moment où elle devrait remonter par cessation des oscillations. Il en résulte que le courant dans l'oscillographe, produit par une succession de trains d'ondes durant $\frac{1}{2000}$ de seconde et espacés de quelques millièmes de seconde (émission coupée par un Tikker musical) prend l'aspect de la figure 21 (voir aussi oscillogramme n° 4). C'est la cause

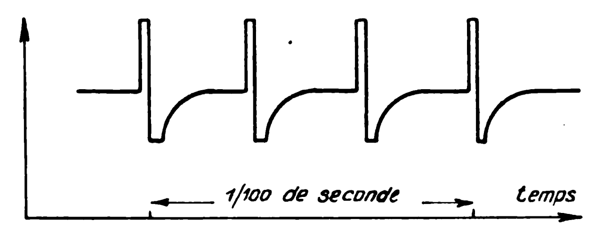


Fig. 21.

des anomalies constatées dans le premier montage de mesure des taux de modulation. La détection de la même émission par la troisième lampe seule conservant ou non le premier étage, mais en

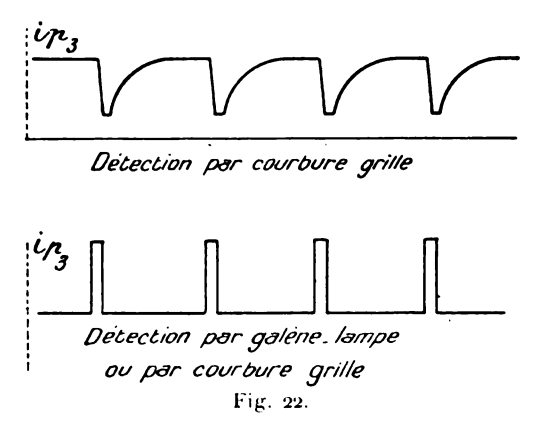


Fig. 22.

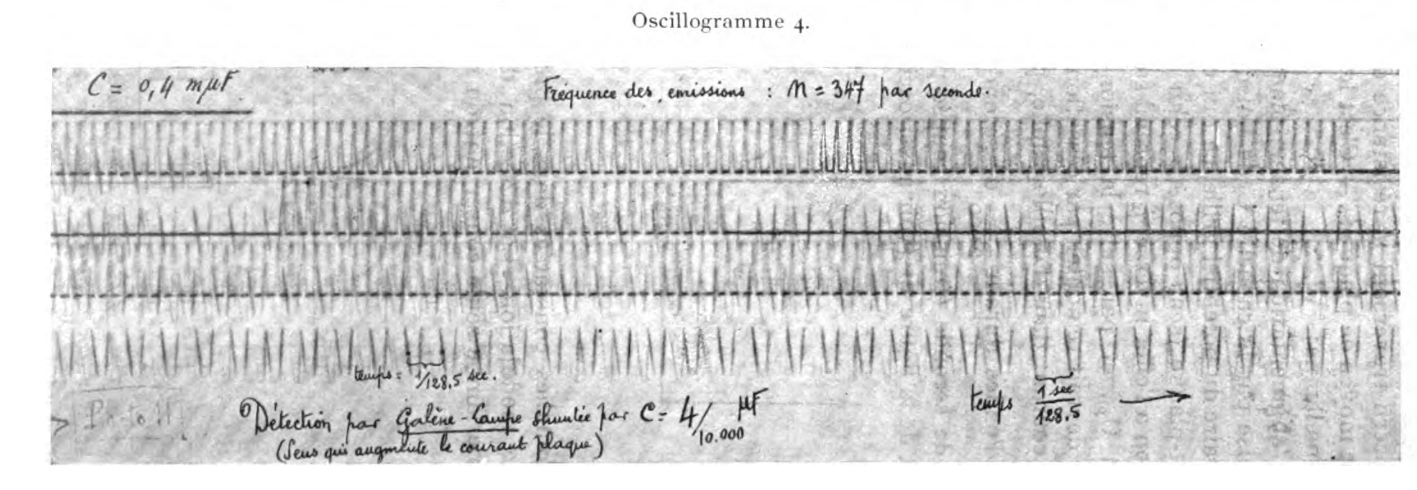
Émission de λ = 800 m. modulée totalement par coupure par tikker Bion.

Étude de la Détection par lampe (Capacité shuntée sur Grille) (1 R = 4.10⁶ω sur + 4 volts) après amplification à résistance H F.

sec > 0,008 <

↓ sens de la Détection par la 3e lampe

Oscillogramme 4.



Oscillogramme 11

supprimant le second, donne la première courbe de la figure 22 qui est simplement déformée par le fait que ce mode de détection n'est pas instantané.

Enfin, la détection par galène-lampe fournit la deuxième courbe de la figure 22 qui est correcte (voir l'oscillogramme n° 11). La détection

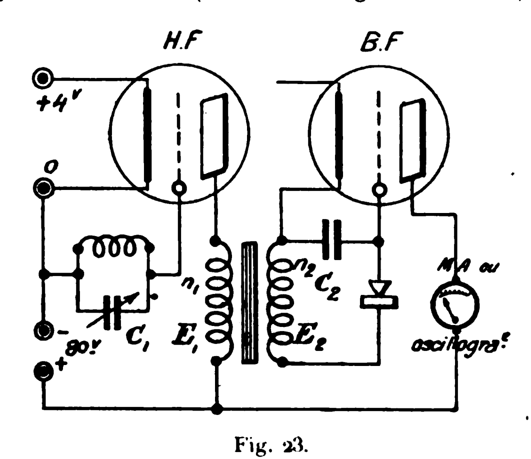


Fig. 23.

par la courbure-plaque donnerait la même forme de courbe, reproduisant fidèlement la courbe enveloppe de l'oscillation de haute fréquence.

Détection par galène après amplification haute fréquence. — Il ne faut naturellement pas songer à placer la galène dans le circuit-plaque, le courant-plaque amènerait le point de fonctionnement de la galène dans une région rectiligne, de la caractéristique de célle-ci, ce qui supprimerait l'effet détecteur.

Le problème se posait pratiquement de choisir entre les liaisons suivantes :

1° Transformateur haute fréquence dont le primaire soit traversé par le courant-plaque, le secondaire devant être relié à la galène, celle-ci pouvant être montée en « galène-lampe » comme précédemment ;

2° Liaison par condensateur avec résistance dans le circuit-plaque ;

3° Liaison par condensateur avec self dans le circuit-plaque ;

4° Liaison par condensateur avec circuit-bouchon dans le circuit-plaque.

Expérimentalement, il fut trouvé que le procédé le plus avantageux était la liaison, par transformateur, la liaison par capacité restant bien moins bonne, surtout avec une résistance-plaque de

80 000$^{\omega}$. La self double à peu près la sensibilité, ainsi que le circuit-bouchon. Mais de beaucoup il y a intérêt à calculer un transformateur spécial que l'on monte comme l'indique la figure 23. Le calcul et la pratique sont d'accord pour faire choisir les nombres de spires de telle manière que l'on ait, pour la longueur d'onde utilisée :

$$\left\{\begin{array}{l}\omega L_1 = \rho \text{ environ},\\ \omega L_2 = R \text{ environ},\end{array}\right.$$

ρ résistance intérieure de la lampe = 20 000 ω environ,
R résistance de la galène pour les courants très faibles (varie de 3 000 à 30 000 ω).

Le rapport des nombres de spires est le meilleur quand $\frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{\rho}{R}}$.

e) Vérification expérimentale de la légitimité d'employer la caractéristique statique des lampes pour prévoir quantitativement la détection.

Le principe de cette vérification est le suivant : Si la relation entre le courant-plaque et la tension-grille est indépendante de la fréquence des oscillations pour les ondes habituelles (qui ont au moins 300 mètres de longueur d'onde), il est facile de prévoir la caractéristique de détection d'une lampe détectant par courbure-plaque à l'aide de sa caractéristique $i_p = f(U_g)$ déterminée en courant continu.

Reportons-nous à la figure 14. — Si nous représentons en fonction de temps la sinusoïde des tensions-grille (force électromotrice induite dans un circuit oscillant très peu amorti, calculable d'après l'intensité traversant la capacité, intensité mesurée par un couple), nous pouvons trouver le courant-plaque i_p pour chaque valeur de U_g, par la caractéristique $i_p = f(U_g)$. Si on divise la période en seize intervalles égaux, on obtient seize valeurs de U_g et par suite de i_p qui permettent de construire la courbe $i_p = f(t)$. L'intégration au planimètre de cette courbe $i_p = f(t)$ fournit i_p moyen, qu'on peut comparer à la valeur expérimentale lue sur un milliampèremètre en fonction du courant-plaque.

A cause du grand nombre de mesures effectuées pour chaque opération (mesure d'intensité haute fréquence par couple, introduisant l'erreur de lecture + l'erreur d'étalonnage, mesure de i_p (courant-plaque) au milliampèremètre (erreur de lecture + erreur d'étalonnage), erreur possible sur λ et par suite sur ω (ondemètre) et erreur possible sur la valeur de la capacité du circuit en résonance), l'écart admissible dépasse 6 °/₀.

En fait, les plus grands écarts constatés expérimentalement atteignent à peine ce chiffre.

En voici trois exemples choisis au hasard :

	Lampe métal TM. 293 — Chauffage : 4ᵛ — Tension-plaque : 80ᵛ. Résistance extérieure dans le circuit-plaque : 300ω.		
	Tension H. F. grille	Variation du courant-plaque	
		calculée.	réelle.
Longueur d'onde $\lambda = 1065^m$	$Ug = -4,5 + 8^v,67 \sin \omega t$	Δip calculé $= 0$,MA645	Δip réel $= 0$,MA623
	$Ug = -4,5 + 11^v,41 \sin \omega t$	Δip calculé $= 0,932$	Δi réel $= 1,000$
	$Ug = -6^v + 13^v,12 \sin \omega t$	Δip calculé $= 1,068$	Δi réel $= 1,090$

Les écarts ne sont pas systématiques, leur sens est variable d'une expérience à l'autre.

La conclusion de ces vérifications est qu'il n'y a probablement pas de grosses modifications de la relation $i_p = f\ (Ug)$ quand les variations du potentiel-grille Ug deviennent très rapides (oscillations à fréquence 300 000 par seconde).

Ceci est une confirmation expérimentale précieuse du fait que le mécanisme même du fonctionnement de la lampe à grille possède extrêmement peu d'inertie. Il serait du plus haut intérêt d'appliquer cette méthode en la perfectionnant au point de vue précision des mesures (par exemple, en mesurant directement à l'électromètre les tensions aux bornes du détecteur), à une détectrice soumise à des fréquences de plus en plus élevées, afin de déterminer les limites pour lesquelles la caractéristique statique reste utilisable.

Raymond Dubois.

ERRATA

Dans la première partie de cet article parue dans le numéro de juin (n° 30) :

page 296,	ligne 3,	à partir du	bas	écrire	0,1 mμF	au lieu de	0,1 μF
— 297,	— 5,	—	haut	—	0,1 mμF	—	0,1 μF
— —	— 6,	—	—	—	1 mμF	—	1 μF
— —	— 9,	—	—	—	2 mμF	—	2 μF.

ESSAIS D'ÉMISSION ET DE RÉCEPTION SUR ONDES DE 35 MÈTRES (¹)

Par M. André VUIBERT

Ces essais ont été effectués par M. Amiot et par moi, l'émission se faisant dans mon poste (8 AZ) de Savigny-sur-Orge.

Émission.

1° Infériorité des montages « à alimentation en dérivation » et « à alimentation en série » lorsqu'on veut descendre à 100 mètres et au-dessous. — Immédiatement après les essais transatlantiques, de nombreux amateurs travaillaient déjà sur ondes voisines de 100 mètres, et nous avions pu juger des merveilleuses qualités de ces ondes. Nous voulûmes aussi « descendre » à notre tour et, par une belle nuit de janvier, à 5 heures du matin, nous remplaçâmes la cage qui nous avait servi jusque-là sur 200 mètres par sa simple descente : un fil vertical de 23 mètres.

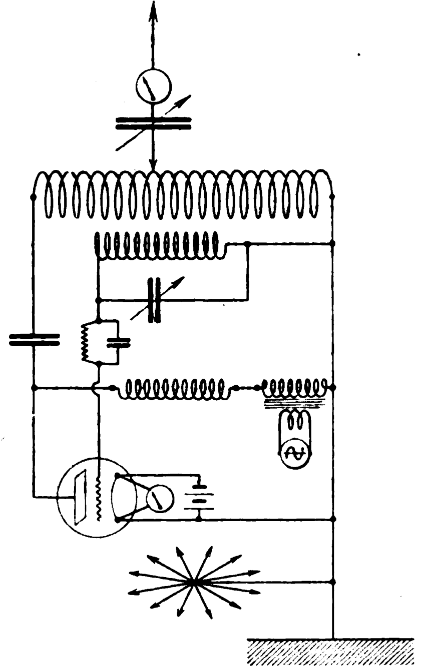


Fig. 1.

a) *Alimentation en dérivation.* — Le montage restait ce qu'il

(¹) Communication faite à la réunion du 21 mai.

avait été, du type dit à alimentation en dérivation (fig. 1). La self d'arrêt employée était particulièrement soignée : d'une valeur de 1200 micro-henrys, elle était constituée par des spires de fil de 6/10 mm, espacées de 3 mm l'une de l'autre. Sur 100 mètres de longueur d'onde, la lampe E_4 employée chauffait et l'intensité dans l'antenne ne dépassait pas 0,7 amp. A la recherche du mauvais rendement de notre station, nous avons fini par inculper notre self

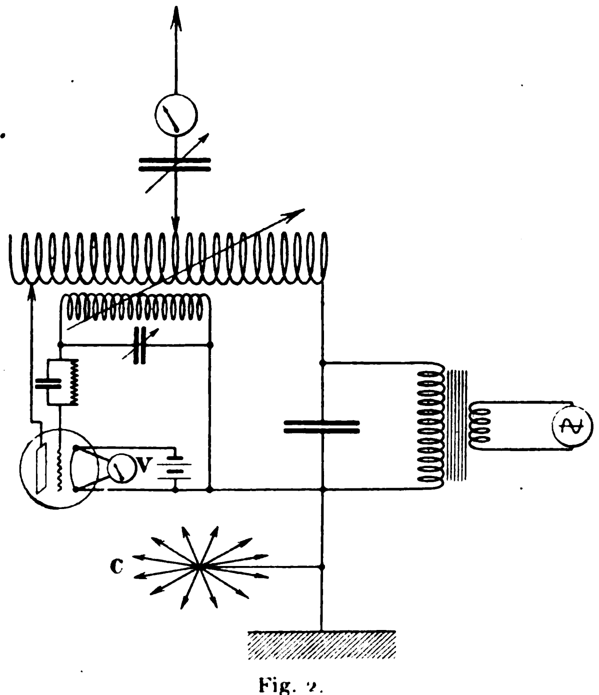


Fig. 2.

d'arrêt : un milliampèremètre à cadre, placé dans le circuit-plaque, indiqua un courant de 25 milliampères moyens ; un ampèremètre thermique, mis en série avec lui, accusa 200 millis efficaces ! Nous passâmes immédiatement à l'alimentation série (fig. 2).

b) *Alimentation série.* — Sur la même longueur d'onde, le courant atteignit immédiatement 1 amp. et la lampe chauffa beaucoup moins.

Nous voulions depuis longtemps faire des essais sur ondes voisines de 40 mètres et, au début de mai, une semaine avant mon départ pour Tunis, nous montâmes une petite antenne : un fil de 8 mètres incliné à 40° sur la verticale.

Le montage était toujours à alimentation série. Sur 35 mètres,

le courant dans l'antenne était de 0,4 amp. avec une lampe de 50 watts et de 0,1 amp. avec une lampe de réception. Les plaques chauffaient beaucoup et supportaient difficilement le trait continu.

Pendant que j'allais d'Alger à Tunis, M. Amiot, qui s'était chargé de l'émission, eut l'idée d'essayer le montage symétrique, qui

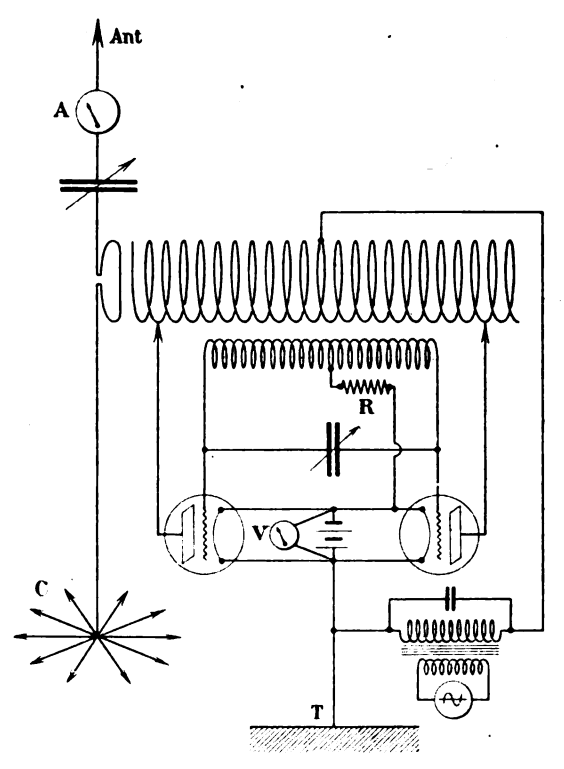
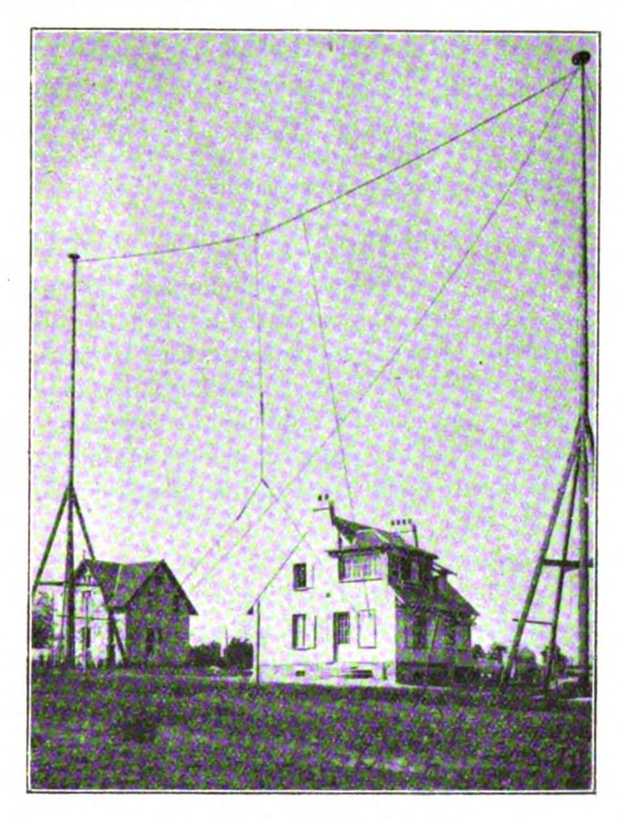


Fig. 3.

avait donné d'excellents résultats à la télégraphie militaire, ce qui lui fit faire une série d'essais intéressants.

2° **Emploi du montage symétrique.** — *Caractéristiques d'utilisation.* — Le montage était réalisé suivant le schéma classique (fig. 3). La self de plaque en tube de cuivre de 7 mm comprenait 18 spires de 20 cm de diamètre, espacées l'une de l'autre de 1 cm. Pour la longueur d'onde de 35 m, on utilisait 14 spires de la self de plaque sans autre condensateur de plaque que les deux capacités filament-plaque des lampes qui, ici, se trouvent en série l'une avec l'autre. Le circuit-grille comprenait une self de fortune constituée par 4 spires d'un diamètre de 12 cm, espacées l'une de l'autre de 13 mm, et d'un condensateur

d'une capacité maxima de 0,00025 microfarad. L'antenne était couplée à la self de plaque tantôt en Tesla, tantôt en Oudin ; ce dernier montage crée évidemment une dissymétrie. La tension-plaque des lampes était fournie par un alternateur de 540 périodes qui alimentait un



Vue d'ensemble des antennes.

transformateur. L'emploi de courant alternatif à l'alimentation rendait la réception beaucoup plus facile.

Résultats. — Le montage fut employé tantôt avec deux lampes de réception, tantôt avec deux lampes E_4 de 50 watts.

L'intensité dans l'antenne fut de 0,3 amp. avec les lampes de réception et de 1,5 amp. avec les E_4.

Difficultés rencontrées. — Elles résultent en général de la recherche de la symétrie nécessaire au bon fonctionnement du montage.

On a un gros intérêt à avoir des lampes aussi semblables que possible. Ainsi, dans les tout premiers essais, l'intensité ne dépassait pas 0,6 amp. ; la plaque d'une lampe chauffait beaucoup, tandis

que l'autre restait rouge sombre. C'est par le choix de deux lampes aussi semblables que possible que l'intensité put être amenée à 1,5 amp. ; les plaques restaient alors rouge très sombre après un long trait continu.

Pratiquement, il est difficile de se rendre compte des dissymétries du montage ; c'est surtout par tâtonnements que l'on arrive à déterminer la position la plus avantageuse pour chacune des prises équipotentielles.

Pour la prise du circuit de grille comme pour celle du circuit de plaque, il est vraisemblable d'admettre que la position la plus avantageuse est réalisée lorsqu'on a $\frac{L_1}{L_2} = \frac{C_2}{C_1}$. Pour la self de plaque, par exemple, L_1 et L_2 seront les selfs des portions situées de part et d'autre de la prise, et C_1 et C_2 dépendront à la fois de la capacité plaque-filament et self-plaque connexions-filament. Ceci reviendrait à considérer un circuit accordé séparément dans la plaque de chacune des lampes et à constater que l'on a le meilleur rendement au moment où les deux circuits ont la même longueur d'onde. On suppose naturellement que le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits est très faible.

Remarques.

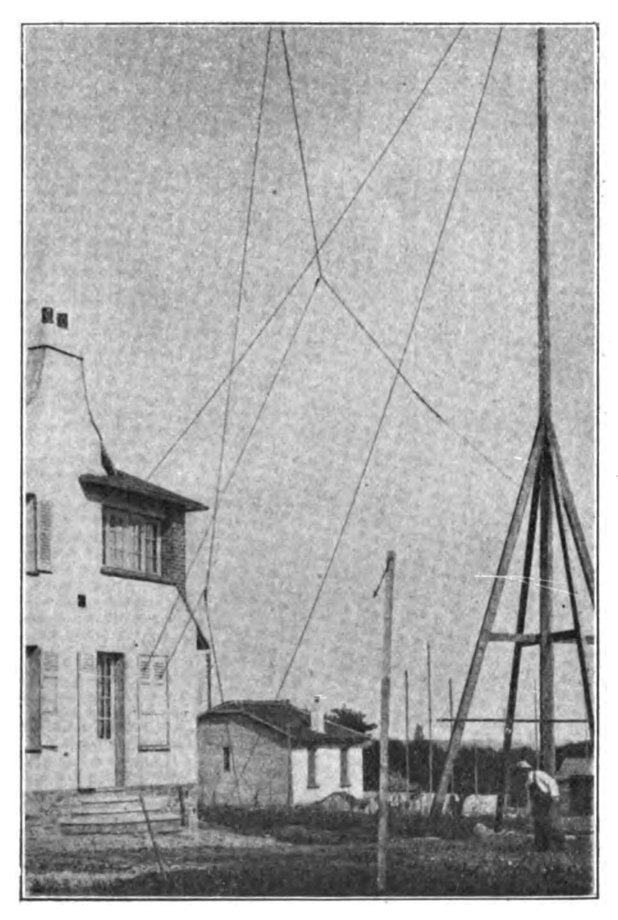
I. — Dans tous les essais d'oscillations sur ondes courtes, on cherchait d'abord à réaliser un système ayant un bon rendement, c'est-à-dire un échauffement minimum des plaques pour une tension alternative donnée, en l'absence du système rayonnant ; puis, le résultat cherché étant obtenu, on couplait le circuit de l'antenne à l'oscillateur, ce qui avait pour effet d'augmenter le courant moyen plaque et aussi l'échauffement des plaques. Ainsi conduits, des essais faits par M. Amiot sur ondes de 17 mètres lui ont permis de faire passer le courant dans l'antenne de 1 amp. à 1,8 amp. Il cherchait à diminuer les courants haute fréquence circulant dans les prises médianes des selfs et, pour déceler leur présence, il appliquait contre la connexion à régler la self d'un circuit oscillant accordé comprenant une lampe.

II. — Les plaques chauffent moins et l'intensité antenne maxima est obtenue :

1° Quand le circuit-grille a la même longueur d'onde que le circuit-plaque. La longueur d'onde des oscillations engendrées peut d'ailleurs varier dans de larges limites par le seul jeu du condensateur de grille ;

2° Quand la self de plaque est aussi grande que possible au détriment du condensateur de plaque, qui a été supprimé.

L'influence de l'accord du circuit-grille est très notable. Ne pourrait-on pas l'expliquer de la façon suivante : Pour une longueur d'onde de 35 mètres, la capacitance de l'intervalle filament-plaque d'une lampe E_4 est faible (peut-être de 1000 à 2000 ω) ; le



Vue de la petite antenne.

courant-grille peut donc être assez intense, et pour que la grille puisse prendre des potentiels élevés, il faut que le courant-grille soit très élevé ; c'est ce qui a lieu au moment de l'accord du circuit-grille. Si on avait intérêt à rendre maximum le courant-grille, on pourrait supprimer le condensateur d'accord du circuit-grille et augmenter la self.

M. Amiot a pensé à utiliser un montage symétrique à une seule bobine. Le schéma (fig. 4) est alors simplifié. Ce montage

nous a donné de meilleurs résultats que le montage ordinaire, probablement à cause de la suppression des pertes qui avaient lieu dans la bobine de grille séparée ; peut-être aussi parce que le couplage des selfs de grille et de plaque est très grand.

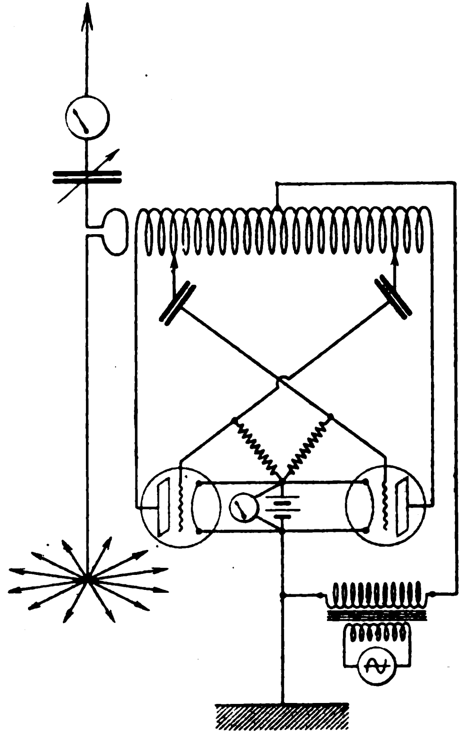


Fig. 4.

Conclusion.

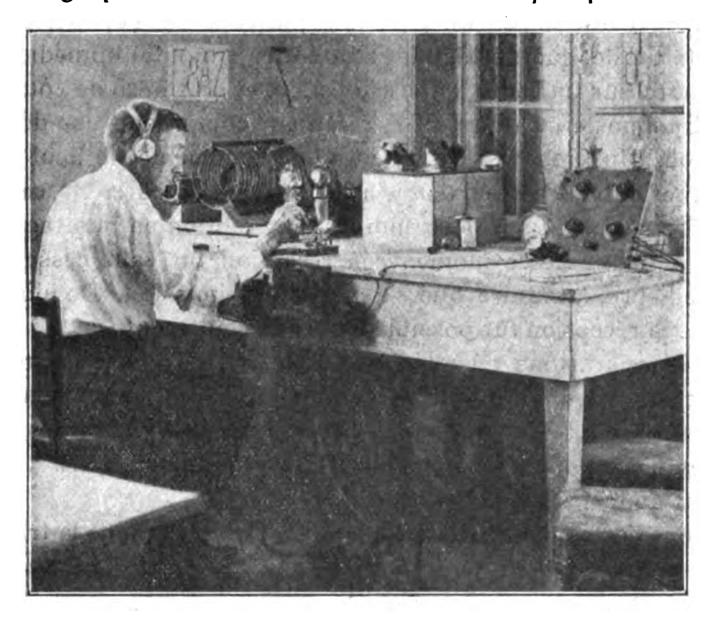
Avec le montage à alimentation en série, l'échauffement rapide des lampes nous interdisait l'emploi de tensions élevées. Le bon rendement obtenu avec le montage symétrique pour une grande échelle de tensions nous a permis d'augmenter la tension-plaque dans le rapport $\frac{65}{25}$ sans attenter à la vie des lampes.

Réception.

Poste récepteur. — J'avais emporté de Paris une boîte comprenant une lampe détectrice à réaction et une basse fréquence. La seule caractéristique de mon montage était un condensateur variable aux bornes du primaire du transformateur basse fréquence; ce condensateur me permettait, tout en laissant fixe le couplage de la réaction

et de la bobine de grille, de décrocher et d'accrocher très doucement par son simple jeu. Un milliampèremètre gradué de 0 à 2 millis, placé en série avec le primaire du transformateur basse fréquence, sut très vite se rendre indispensable par les services qu'il me rendit : il m'indiquait, en effet, à chaque instant, ma « distance » de la limite d'entretien des oscillations.

Je m'embarquai le 10 avril à Marseille à bord du *Duc d'Aumale*, d'où je télégraphiai immédiatement à M. Amiot qu'il pouvait m'appe-



Ensemble des appareils de 8AZ.

ler le lendemain à 13 h 45 G M T. Le lendemain, à l'heure dite, alors que nous n'étions plus qu'à une heure d'Alger, la réception était rendue pénible par un violent roulis qui découplait sans cesse les bobines. Je reconnus cependant nettement la modulation caractéristique à 500 périodes de ma station. A 13 h 55, j'entendis deux fois, et très nettement, le signal « attente » : puis, malgré mes efforts, je n'entendis plus rien. J'ai su depuis que M. Amiot, constatant qu'il ne passait que 0,2 ampère dans l'antenne, avait été obligé de transmettre sur une longueur d'onde sur laquelle je ne le cherchais pas. Ces premiers résultats, quoique bien médiocres, m'encouragèrent.

Deux heures après, débarqué à Alger, je fis la connaissance de M. Martin (8 AX), amateur fort distingué, qui me proposa de télégraphier à Paris pour demander à 8 AZ de nous appeler le lendemain

12 à 21 heures et d'écouter cette transmission sur son antenne. Le lendemain, la réception était excellente.

M. Amiot répondait à une de mes lettres envoyées de Marseille, dans laquelle je lui demandais l'horaire des transmissions de FL sur ondes courtes. Le réglage du condensateur (0,0005 mfd) du circuit oscillant se faisait sans vernier ni manche isolant. La transmission avait lieu sur une seule lampe de 50 watts alimentée en série.

Arrivé à Tunis le 16, je fus reçu à bras ouverts par le lieutenant Caillat, chef du service de la Radio militaire en Tunisie. Ma confiance était telle, que, dédaignant l'antenne, je montai immédiatement mon écoute sur un cadre à une seule spire et de 1 m 25 de côté qui se trouvait au poste militaire. Mon récepteur comprenait une détectrice à réaction, plus une basse fréquence. Le soir même, le lieutenant et moi pûmes entendre 8 AZ lisible à 30 cm des écouteurs. Or, ce soir-là, l'émission se faisait sur deux lampes de réception en montage symétrique. A partir de ce moment, la réception fut sans cesse chaque jour meilleure, à mesure que s'améliorait l'émission. De jour et sur antenne, la réception fut possible trois fois seulement.

Des comparaisons au téléphone shunté, entre la réception sur cadre et sur antenne, de jour ou de nuit, ne purent être faites qu'à la fin de mon séjour. Le nombre des essais étant insuffisant, les valeurs trouvées n'ont qu'un intérêt relatif; les voici cependant, car elles semblent donner une indication.

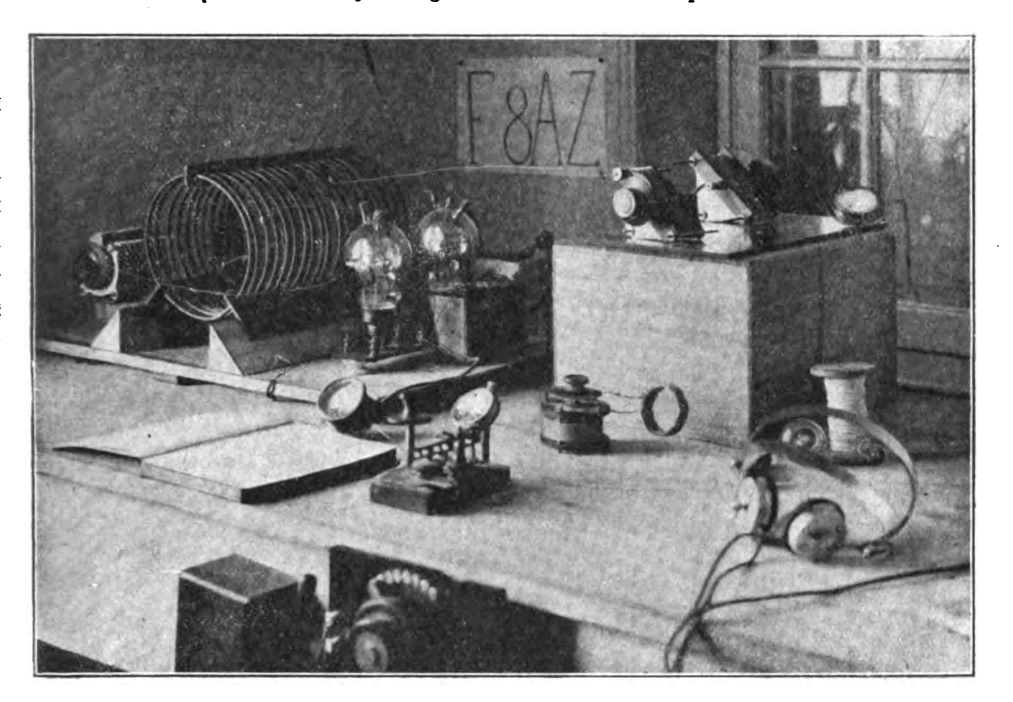
Ce sont des comparaisons effectuées à la réception de la transmission du 25 avril, alors que l'intensité dans l'antenne étant de 1,4 ampère, restait sensiblement constante.

A 18 heures Greenwich, heure du coucher du soleil à Tunis, l'écoute se faisant sur antenne, 8 AZ restait lisible à la limite, alors que le shunt du casque de 4000 ω était de 300 ω. L'intensité de réception augmenta sans cesse d'une façon à peu près continue, et à 19 heures la même intensité de réception que précédemment était obtenue pour un shunt de 45 ω. A 19 h. 10, la réception sur cadre était possible avec un shunt de 300 ω. La transmission devait cesser et cessa pour reprendre à 19 h 30; j'avais dans l'intervalle transporté mon poste dans la salle de l'antenne, distante de celle du cadre de dix mètres environ. De 19 h 30 à 19 h 50, il nous fut impossible de lire 8 AZ avec un shunt inférieur à 80 ω; nous étions cependant plus loin du coucher du soleil, et je ne compris pas la raison de cet affaiblissement notable. J'ai su depuis que cette dernière émission était faite sur l'antenne verticale de 23 mètres, excitée sous son harmonique 3; c'est le seul essai de ce genre que nous ayons pu faire. De jour, la

réception fut médiocre sans shunt et possible trois fois seulement.

J'avais été accusé, par une personnalité des P. T. T. de Tunis, de me servir d'un cadre trop près d'une antenne. Je fis alors un essai, dans ma chambre d'hôtel, sur un cadre de deux spires de 70 cm, qui me permit de recevoir avec une intensité absolument comparable à celle que j'obtenais au poste militaire.

La réception fut toujours grandement facilitée par l'absence totale



Détail des appareils d'émission.

de parasites sur 35 mètres, alors qu'à cette époque la réception sur 300 mètres était rendue très pénible par de violentes décharges.

Conclusion.

Ces modestes essais qui, je le crois, furent les premiers de ce genre, en France tout au moins, nous montrent qu'il est possible de travailler à grande distance sur onde de 35 mètres avec très faible puissance (10 watts-alimentation dans le cas des lampes de réception) et une toute petite antenne, bien dégagée.

Je crois qu'une émission de 10 watts doit porter en Amérique, et je suis persuadé qu'une émission de deux lampes de 50 watts y porte.

Ces résultats sont, comme dirait M. Deloy, des résultats sportifs. J'ai dit que c'étaient sans doute les premiers de ce genre faits en France, car ils ne sont nullement comparables à ceux du poste OC 45 de la Télégraphie militaire. OC 45 procédait à des essais ayant un caractère purement scientifique. Les résultats qu'il a obtenus sont d'ailleurs remarquables. On a trop peu parlé de l'intensité des signaux d'OC 45 à grande distance. Peu d'amateurs savent, en effet, qu'au cours de l'été dernier, M. Amiot pouvait recevoir OC 45 dans les Basses-Pyrénées, sur un cadre de 70 cm de côté et sur deux lampes, lisible à la limite avec un shunt de 20 ω sur un casque de 6000 ω! Il résulte aussi des comptes rendus envoyés par M. Amiot à la Télégraphie militaire que la réception à Bétharram variait considérablement du jour à la nuit, peut-être de l'ordre de 1 à 300.

Si OC 45 n'a pas été entendu à plus de 850 km, c'est que, plus loin, il n'y avait personne pour l'écouter.

Dans son écoute d'OC 45, M. Amiot avait puisé une grande confiance dans les ondes très courtes; c'est cette confiance qu'il m'avait communiquée et qui fut pour beaucoup dans notre succès. Les essais de la Télégraphie militaire française semblent être le point de départ des travaux d'amateurs sur ondes très courtes.

Je termine en souhaitant que nos essais incitent les amateurs à monter des émetteurs et des récepteurs pour ondes très courtes et leur fassent tenter des expériences nouvelles.

A. Vuibert.

Union Radiotélégraphique Scientifique Internationale

Diagramme des forces électromotrices mesurées à Meudon pour les émissions de Bordeaux et Nantes pendant le premier trimestre 1924.

Les diagrammes ci-contre donnent les champs électriques en microvolts par mètre des stations de Bordeaux (Lafayette) et Nantes. Ces éléments ont été mesurés à Meudon par la méthode indiquée au n° 1 de *l'Onde Électrique*. Les résultats précédents sont contenus dans les numéros 10, 17, 22 et 25 de la même revue.

Fig. 1. — Lafayette (LY) $\Delta = 18.900^m$ $I_m = 480^A$.

Fig. 2. — Nantes (UA) $\Delta = 9.000^m$ $I_m = 180^A$.

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Réunion du mercredi 18 juin 1924.

Liste des nouveaux sociétaires.

MM. Schmerber (Charles), capitaine d'artillerie au Service géographique, 41, boulevard Saint-Jacques, Paris (XIVe).

Baron Reille (Guillaume), industriel à Saint-Rémy-sur-Avre (E.-et-L.).

Belin (Jean), 84, boulevard Saint-Michel, Paris (VIe).

Fotiades (Paul), conducteur-électricien, 43e bataillon du génie, poste radio, Rayack, S. P. 606, Syrie.

Goudey (Georges), mécanicien-tourneur, 14, rue de l'Orne, Paris (XVe).

Oehlschlager (H.), ingénieur à la Compagnie générale de T. S. F., poste restante, à Saïgon.

Communications.

Communication de M. de Bellescize

Perturbations atmosphériques et communications radioélectriques.

Effets relatifs des perturbations et des signaux sur le récepteur. — Nature du problème à résoudre et impossibilité d'une solution parfaite. — Exposé et discussion des diverses méthodes d'élimination, état de la question au point de vue des résultats obtenus et à obtenir.

Communication de M. Lardry

Étude des anomalies de propagation des ondes courtes.

Téléphone shunté. — Quatre mois d'observations quotidiennes sur la station des P. T. T. (450 mètres). — Quelques résultats sur ondes de 200 mètres. — Relation avec la météorologie. — Les hypothèses actuelles sont-elles bien utiles ?

Assemblée générale extraordinaire du 9 juillet 1924

La séance est ouverte à 21 h. 5 sous la présidence de M. de Valbreuze.

Liste des nouveaux sociétaires.

MM. Berloty (Bonaventure), directeur de l'Observatoire de Ksara Saad-Naïl, par Beyrouth (Syrie).

Raymond (Jules), ingénieur E. C. P., fondeur à Biganos (Gironde).

But de l'Assemblée.

Le président expose le but de l'Assemblée : Le Conseil de notre Société a pensé qu'il était avantageux de créer une nouvelle catégorie de membres payant une cotisation réduite à 15 francs et recevant, au lieu de *l'Onde Electrique*, une publication de caractère pratique.

Cette publication est destinée aux radiotélégraphistes qui ne sont pas assez versés dans la technique pour pouvoir s'intéresser à toutes les études qui paraissent dans *l'Onde Électrique* et qui désirent néanmoins faire partie de notre Société, la soutenir de leurs efforts et jouir des avantages qu'elle offre à ses membres. Cette nouvelle revue paraîtra en novembre prochain et toutes informations détaillées seront données d'ici peu à son sujet.

Les membres de la nouvelle catégorie prendront le nom de membres associés, actuellement réservé aux jeunes gens âgés de moins de vingt et un ans et payant une cotisation réduite. Les membres dits associés avant la modification des statuts deviennent titulaires après la modification, sans que rien soit changé aux prérogatives dont ils ont joui jusqu'ici ; ils continueront à payer la même cotisation réduite jusqu'à l'âge de vingt et un ans.

Les membres titulaires — qu'ils paient la cotisation entière de 25 francs ou la cotisation réduite de 15 francs — pourront recevoir, en plus de *l'Onde Électrique*, la nouvelle revue pratique moyennant un supplément de cotisation de 10 francs.

A la suite de ces explications ont eu lieu les communications suivantes :

Communication de M. Jouaust

Expériences relatives au phénomène d'évanouissement.

On trouvera le texte de cette communication sous la rubrique « Informations ». Comité français de Radiotélégraphie scientifique.

Communication de M. E. Fromy

Le mécanisme du brouillage dans les récepteurs à triodes.

Résumé d'une étude expérimentale de l'action d'un brouilleur sur les divers organes d'un récepteur. — Conclusions pratiques. — Expériences mettant en évidence le phénomène étudié.

Communication de M. Guinchant

Portée des ondes, action de l'atmosphère.

(Voir page 375).

Communication de M. R. Mesny

Courants polyphasés en haute fréquence.

Description d'un générateur polyphasé à triodes. — Applications. — Mesure des phases, émission d'un champ triphasé. — Micromoteur asynchrone. — Expériences sur la mesure des phases et le micromoteur.

Les textes de ces communications paraîtront dans les prochains numéros.

A la suite des communications le président proclame les résultats du scrutin:

Résultats du scrutin.

Suffrages exprimés	137
Pour les modifications	121
Contre les modifications	12
Bulletins blancs ou nuls	4

Les modifications proposées sont adoptées. En voici le texte :

Modifications aux statuts.

ART. I

Ancienne rédaction.	*Nouvelle rédaction.*
. . . .	. . . .
Elle publie un bulletin qui est distribué gratuitement à tous ses membres.	(Ce paragraphe est supprimé.)
. . . .	. . . .

ART. II

Ancienne rédaction.	*Nouvelle rédaction.*
. . . .	. . . .
Pour devenir membre titulaire de la Société, il faut :	Pour devenir membre titulaire ou membre associé de la Société, il faut :
. . . .	. . . .
Les personnes âgées de vingt et un ans au plus, en cours d'études ou de préparation professionnelle, peuvent être admises à faire partie de la Société en qualité de membres associés.	(Ce paragraphe est supprimé.)
. . . .	. . . .
Les particuliers, membres titulaires, peuvent racheter leur cotisation annuelle moyennant le versement d'une somme égale à quinze fois la cotisation annuelle.	Les particuliers membres titulaires ou membres associés, peuvent racheter leur cotisation annuelle moyennant le versement d'une somme égale à quinze fois la cotisation annuelle.
. . . .	Les membres *titulaires* âgés de moins de vingt et un ans, en cours d'études ou de préparation professionnelle, pourront bénéficier sur leur demande d'une réduction de 40 % sur le prix de leur cotisation. Cette réduction ne leur sera accordée que pendant cinq années au plus.
. . . .	En principe, les membres titulaires recevront une publication périodique ayant un caractère technique et les membres associés une publication périodique ayant un caractère pratique.
Les membres de la Société résidant à l'étranger devront verser, en sus de leur cotisation annuelle, une somme de 5 francs par an pour couvrir le supplément de frais postaux entraînés par le service du bulletin.	Ces publications leur seront adressées gratuitement. Toutefois, les membres résidant à l'étranger devront verser, en sus de leur cotisation annuelle, une somme de 5 francs par an pour couvrir le supplément de frais postaux entraînés par le service de l'une ou l'autre des dites publications.

. . . .

Les membres titulaires qui, en plus de la publication technique gratuite, désireraient recevoir aussi la publication non technique servie aux membres associés paieront un supplément de cotisation de 10 francs par an (15 francs par an pour les membres résidant à l'étranger).

Art. IV

La Société est administrée par le Conseil formé du Bureau de la Société, des anciens présidents, des membres d'honneur et de vingt-quatre membres nommés à l'élection.

. . . .

Les vingt-quatre membres du Conseil nommés à l'élection sont élus également par l'Assemblée générale.

. . . .

Tous les membres de la Société sont invités à participer à ces élections annuelles, soit par dépôt direct de leur vote, soit par correspondance.

La Société est administrée par un Conseil formé du Bureau de la Société, des anciens présidents, des membres d'honneur et de vingt-quatre membres titulaires nommés à l'élection.

. . . .

Les vingt-quatre membres du Conseil nommés à l'élection sont élus également par l'Assemblée générale parmi les membres titulaires.

Les membres titulaires et les membres d'honneur de la Société sont invités à participer à ces élections annuelles, soit par dépôt direct de leur vote, soit par correspondance.

Les membres associés peuvent assister à l'Assemblée générale, mais n'ont pas droit de vote.

Art. V.

Le Conseil veille . . . .; il convoque les membres de la Société en Assemblée générale extraordinaire lorsqu'il le juge nécessaire ou sur la demande du quart au moins des membres de la Société.

. . . .

Le Conseil veille . . . .; il convoque les membres titulaires de la Société en Assemblée générale extraordinaire lorsqu'il le juge nécessaire ou sur la demande du quart au moins des membres titulaires de la Société.

. . . .

Art. VII

L'Assemblée générale comprend tous les membres de la Société. Elle se réunit au moins une fois par an et chaque fois qu'elle est convoquée par le Conseil ou sur la demande du quart au moins de ses membres.

. . . .

L'Assemblée générale comprend les membres titulaires et les membres d'honneur de la Société. Elle se réunit au moins une fois par an et chaque fois qu'elle est convoquée par le Conseil ou sur la demande du quart au moins de ses membres titulaires.

. . . .

Art. XIII

. . . .

Les modifications proposées sont indiquées dans les convocations adressées à tous les membres de la Société.

. . . .

. . . .

Les modifications proposées sont indiquées dans les convocations adressées aux membres titulaires et aux membres d'honneur de la Société.

. . . .

ART. XIV

L'Assemblée générale appelée à se prononcer sur la dissolution de la Société, et convoquée spécialement à cet effet, doit comprendre au moins la moitié plus un des membres en exercice.	L'Assemblée générale appelée à se prononcer sur la dissolution de la Société, et convoquée spécialement à cet effet, doit comprendre au moins la moitié plus un des membres titulaires et des membres d'honneur en exercice.
. . . .	. . . .

La séance est levée à 23 h. 15.

PUBLICATION DES COURS DU CONSERVATOIRE

De nombreux sociétaires nous ont manifesté à plusieurs reprises le désir de voir éditer les cours professés par les soins de la Société au Conservatoire national des arts et métiers.

Nous avons le plaisir de faire connaître que les dispositions ont été prises pour la publication de ces cours qui paraîtront en 5 fascicules chez l'éditeur de *l'Onde Électrique*.

Le fascicule I (*Éléments d'électrotechnique générale*, par MM. Chaumat et Legrand) et le fascicule II (*Principes généraux de la radiotélégraphie*, par le commandant Metz) sont actuellement parus. Le fascicule III (*Mesures en haute fréquence. Radiogoniométrie et propagation des ondes*, par M. Mesny) est sous presse. Quant aux deux derniers (*Réception et émission*, par M. Clavier, et *Théorie des lampes*, par M. Jouaust), nous pensons qu'ils pourront paraître en septembre.

Nos sociétaires qui désireraient recevoir cet ouvrage voudront bien s'adresser directement à M. Chiron, éditeur, 40, rue de Seine, qui se fera un plaisir de leur faire connaître les conditions de souscription tout à fait spéciales réservées à nos membres.

UNE EXPÉRIENCE A TENTER POUR L'ÉTUDE DE L'ÉVANOUISSEMENT DES SIGNAUX RADIOTÉLÉGRAPHIQUES

Nous extrayons du *Journal des 8* l'intéressant entrefilet suivant, dû à M. le lieutenant de vaisseau Blanchard :

« Les résultats obtenus jusqu'ici sur l'évanouissement des signaux sont presque tous négatifs. On a montré qu'il ne suit pas telle ou telle règle, mais on n'a pour ainsi dire aucun fait positif sur lequel on puisse étayer une théorie. Il en naît pourtant une

tous les jours. Voici une expérience qui me parait mériter qu'on la tente.

« Il s'agit de savoir si les conditions de transmission sont simultanément mauvaises et bonnes entre deux stations A et B, soit que A transmette pour B, soit que B transmette pour A. L'expérience paraît facile à réaliser. Deux stations d'une puissance plus que suffisante pour couvrir sans difficulté la distance qui les sépare (distance qui ne devra pas être inférieure à 150 ou 200 kilomètres) s'entendraient pour transmettre chacune des émissions d'une seconde séparées par des silences de même durée. Les émissions de l'une des stations ont lieu pendant les silences de l'autre; dans l'intervalle de ses émissions chaque station écoute l'émission de l'autre et note la force de ses signaux.

« Les courbes représentant les intensités de réception en fonction du temps pourront avoir la même forme ou bien ne présenter aucune analogie. Vraisemblablement ces courbes auront de grandes analogies *quand certaines conditions seront réalisées*. C'est la nature de ces conditions qui me paraît devoir nous éclairer puissamment sur les causes de l'affaiblissement.

« Sans vouloir gêner aucune initiative, voici un dispositif qui me paraît raisonnable.

« Un pendule battant la seconde connecte l'antenne au récepteur quand il est à droite de la verticale; quand il est à gauche il la connecte à l'émetteur et ferme le manipulateur; en passant par sa position d'équilibre il décharge l'antenne en la mettant à la terre. Ce dernier contact peut se faire sur une languette de clinquant, les trois premiers dans des godets de mercure par exemple. Le contact du manipulateur sera avantageusement fermé après et ouvert avant celui de l'antenne.

« Pour mesurer la force des signaux, le téléphone shunté est une méthode trop lente, un transformateur basse fréquence à accouplement variable (déplacement de l'un des enroulements ou noyau de fer mobile) me paraît plus indiqué.

« Amateurs, voilà une occasion de nous rendre utiles une fois de plus. »

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Un monument à Maurice Barrès. — Un comité vient de se constituer, sous le haut patronage et la présidence d'honneur de M. Millerand et de M. Poincaré, pour élever, à Sion-Vaudémont, un monument à Maurice Barrès.

Certes, des inscriptions rappelleront, à Metz, à Sainte-Odile, à Beyrouth l'apostolat de l'illustre écrivain, préparant le retour des provinces perdues et annonçant la libération du Liban et de la Syrie.

Mais c'est sur la colline de Sion-Vaudémont, sur la « colline inspirée » que devra s'élever le monument au grand rénovateur de la force et de l'unité française.

Le Comité fait appel à tous les Français et, hors des frontières, à tous ceux qui aiment la France, pour les inviter à collaborer à l'édification du monument destiné à honorer la mémoire de Maurice Barrès.

Le monde savant répondra avec gratitude et empressement à cet appel, se souvenant de tout ce que Barrès a fait pour la Science. Rappelons, en particulier, que son éloquente intervention à la tribune entraina le vote, par le Parlement, d'une subvention à la Confédération des Sociétés Scientifiques Françaises C'est cette subvention qui sauva nos Sociétés mourantes, au lendemain de la guerre, et qui leur a permis de créer une bibliographie documentaire indispensable aux chercheurs dans les différentes branches de la Science. La création, à la Caisse des Recherches Scientifiques, d'une section spéciale réservée aux publications, fut également le résultat de la campagne de Barrès; nombreux et importants sont les services qu'elle a déjà rendus tant à des savants pour des publications personnelles qu'à des périodiques scientifiques.

Les souscriptions seront reçues à la Banque de France, au siège central, et dans toutes les succursales, au crédit du compte N° 11.343, « monument Barrès à Sion », ou sous forme de chèque postal, au compte 672.24 à M. Simette, trésorier général adjoint, 28, rue Boissy d'Anglas, Paris.

A quand remontent les premières émissions horaires? — Dans un récent article sur le Bureau international de l'Heure, *le Journal suisse d'horlogerie* cherche à déterminer le moment auquel remonte le premier envoi connu et bien constaté de signaux horaires radiotélégraphiques.

Le directeur du Bureau international de l'Heure, M. Bigourdan, président de l'Académie des Sciences, vient de répondre à la question posée et paraît avoir le premier tenté de telles émissions. Ses essais entre l'observatoire de Paris et Montsouris remontent à 1904.

Les comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, tome 138, p. 1657, en indiquent le détail : c'étaient des signaux rythmés commandés automatiquement par une pendule de l'observatoire. Le récepteur était un tube à limaille de Branly, le seul connu alors, et l'inscription automatique était faite par un simple appareil télégraphique Morse. M. Bigourdan ajoute que le tout fut fait par ses seuls moyens, avec des appareils prêtés par la maison Ducretet.

Les lecteurs de *l'Onde Électrique* qui seraient en mesure d'aider à éclairer le point d'histoire soulevé par notre confrère sont priés de répondre directement à la direction du *Journal suisse d'Horlogerie* à Neuchâtel.

Service automobile d'installations radiotéléphoniques. — La « Radio Industrie », 33, avenue de Villeneuve-Saint-Georges à Choisy-le-Roi, nous prie d'informer nos lecteurs qu'elle vient de créer un service automobile d'installations et de démons-

trations de postes radiotéléphoniques. M. Pompon, ingénieur, se tient à la disposition de nos sociétaires qui donneraient des renseignements à ce sujet.

Comité français de Radiotélégraphie Scientifique (U. R. S. I.). — Le Comité français de Radiotélégraphie Scientifique, désireux de faire poursuivre d'une façon systématique des études sur les phénomènes d'évanouissement constatés aux moyennes distances sur les transmissions par ondes courtes, fait appel au concours des amateurs pour l'aider dans cette tâche.

Programme des expériences. — Une émission spéciale d'une durée de 30 minutes environ sera faite tous les samedis à partir du 19 juillet par le poste de l'Administration des P. T. T. Elle commencera immédiatement après l'arrêt du concert, vers 23 heures. — Cette émission sera une émission télégraphique. Les signaux transmis seront les lettres de l'alphabet émises dans l'ordre normal. — L'alphabet sera ainsi répété une quinzaine de fois environ.

Ce schéma d'émission a été choisi pour éviter toute incertitude due à la discordance des montres des observateurs sur l'instant précis où se produisent les phénomènes observés.

Il est demandé aux personnes qui veulent bien collaborer à ces expériences d'écouter ces transmissions et de noter l'intensité avec laquelle elles ont reçu les différentes lettres.

Mode opératoire à employer à la réception. — Il est recommandé de n'utiliser que des dispositifs ne permettant qu'une réception médiocre.

La réception idéale serait constituée chaque fois que cela sera possible par un cadre avec lampe détectrice, suivie d'un amplificateur basse fréquence.

Mais il est évident que, dans la plupart des cas, la réception devra être faite sur antenne et que le détecteur devra être précédé d'un amplificateur haute fréquence.

En tout cas, il ne faudra jamais employer le dispositif à réaction ou tout autre montage susceptible d'être fortement influencé par les variations de longueur d'onde de l'émission.

Il est demandé aux observateurs de préparer d'avance un tableau des signaux qu'ils auront à recevoir et de se borner pendant l'expérience à inscrire vis-à-vis de chaque signal un chiffre caractéristique de l'intensité avec laquelle ce signal a été perçu.

Il a déjà été constaté que souvent le phénomène d'évanouissement est caractérisé par une disparition complète de signaux perçus très nettement quelques instants auparavant.

De simples observations à l'oreille seront donc dans bien des cas susceptibles de fournir des résultats intéressants.

Pour les personnes désireuses de faire des observations plus précises, il est recommandé d'employer la méthode du téléphone shunté. Des notices sur la manière dont cette méthode doit être employée seront envoyées aux personnes qui en feront la demande.

Il est bien recommandé aux observateurs de fixer les écouteurs sur leur tête au début des expériences et de ne plus les déplacer pendant toute la durée des observations. Il est également demandé aux observateurs de se placer de façon à pouvoir noter à chaque résultat l'état du ciel et de signaler toutes les modifications instantanées (passage de nuages au-dessus de l'antenne, etc.) qu'ils pourraient constater. Noter également les chutes de pluie.

Détails particuliers. — Le poste de l'Administration des P. T. T. annoncera téléphoniquement le commencement de l'émission et fera toujours les communications qui pourraient intéresser les observateurs.

En outre certaines personnes pouvant n'être pas en état de lire les signaux, un top sera transmis durant l'instant initial à partir duquel on devra compter le temps.

Communication des résultats. — Il est demandé aux personnes prenant part aux observations de communiquer mensuellement leurs résultats.

Cette communication devra être faite sous la forme d'un tableau donnant la lettre, le chiffre caractéristique de l'intensité [1] de la réception et les observations météorologiques s'il y a lieu. Lors de la première communication il y aura lieu de joindre à l'envoi du tableau des indications aussi exactes que possible sur la position du poste récepteur et sa description sommaire (antenne ou cadre, dispositif d'amplification).

Envoyer les résultats à M. Waddington, président du Comité de liaison entre le Comité français et les Amateurs, à Vert-en-Drouais (Eure-et-Loir).

Pour les notices relatives à la méthode du téléphone shunté, s'adresser à M. Waddington ou à M. Jouaust, secrétaire du Comité français de Radiotélégraphie scientifique, Radiotélégraphie militaire, 51 *bis*, boulevard de Latour-Maubourg, Paris-VIIe.

A propos des amorties. — Nous recevons de Marseille la lettre ci-après :

« La récente conférence de Genève a, entre autres, émis le vœu que les amorties soient désormais exclusivement employées pour les signaux horaires et de sécurité.

« Il est du devoir de tous les sans-filistes français, de tous les usagers, de tous les commerçants et industriels d'unir leurs efforts en vue de la propagande indispensable qui hâtera la réunion de la future conférence internationale et qui aura surtout pour buts immédiats de faire résoudre par l'administration la question si brûlante pour nous de l'équipement en entretenues de tous nos postes côtiers et d'obtenir une meilleure réglementation des postes en amorties de la marine et de la guerre.

« Les amateurs de la région parisienne souffrent peu en réalité de ces maudites amorties; le ciel parisien est un paradis relatif comparé à l'atmosphère cacophonique des côtiers. Il est donc naturel que le mouvement parte de la province et particulièrement des régions côtières.

« Marseille qui est parfaitement organisé au point de vue radiophonique, qui possède une Chambre syndicale et des clubs très actifs se devait de prendre la tête du mouvement offensif contre les amorties.

« C'est chose faite : tous les groupements se sont unis, généreusement aidés par la presse locale et régionale et la Chambre de Commerce pour rechercher et obtenir une solution pratique en ce qui concerne Marseille-Jetée. Cette solution est sur le point d'aboutir. Mais là ne se bornera pas l'activité du mouvement. Il faut que toutes les régions intéressées se joignent au groupement marseillais pour organiser une action d'ensemble.

« Nous invitons donc tous les intéressés à se mettre en rapport directement avec le délégué des organisations radiophoniques marseillaises : M. Derocles, 32, rue Neuve, à Marseille, qui coordonnera tous les efforts de la province trop négligée jusqu'ici. »

Radiodiffusion des discours de l'Académie. — La Commission interministérielle de T. S. F., sur la proposition de M. Cartault, l'un des représentants des amateurs, adresse ses félicitations unanimes à M. Ponsy, inspecteur général des P. T. T., pour l'heureuse initiative qu'il a prise de faire transmettre par le poste de l'Ecole supérieure des P. T. T. les discours de M. le bâtonnier Henri-Robert et de M. Barthou, prononcés à l'Académie française, le 12 juin 1924.

Il y a là une application particulièrement heureuse des progrès de la radiophonie qui mérite d'être signalée et applaudie. Il serait toutefois désirable que la réalisation de ces radiodiffusions soit particulièrement soignée.

---

[1] *Tableau des cotes d'intensité.*

1 : trop faible pour être visible.
2 : lisible mais très péniblement.
3 : faible mais lisible.
4 : lisible.
5 : confortablement lisible.
6 : assez fort.
7 : fort.
8 : trop fort.
9 : haut parleur.

RELATIONS entre CERTAINS ATMOSPHÉRIQUES ET LES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

Par M. R. BÚREAU

Chef de la section des transmissions à l'Office National Météorologique.

Il en est des théories physiques comme des destinées humaines. Les unes et les autres subissent des vicissitudes inattendues et de curieux retours. Les perturbations électromagnétiques d'origine météorologique nous en fournissent un édifiant exemple. Leur étude avait précédé l'utilisation télégraphique des ondes électromagnétiques. Il suffit de rappeler, à titre d'exemple, les essais de Popoff en 1895, les applications à la prévision des orages par Turpain en 1903.

Mais les ondes *naturelles* ne gardèrent pas longtemps la place d'honneur en radio-électricité et presque tous les efforts furent consacrés aux ondes *télégraphiques*. Cendrillons au caractère peu amène, les ondes naturelles ne cessèrent de rappeler leur existence en gênant le rôle télégraphique de leurs rivales. Mais l'on ne s'occupa guère d'elles que pour les maudire et chercher à s'en débarrasser. Pour expliquer leurs méfaits, les hypothèses les plus lointaines furent invoquées. Des poussières cosmiques heurtant la couche d'Heaviside, des électrons repoussés par la lumière du soleil, toutes explications difficilement contrôlables par l'expérience. L'on a souvent vu ainsi les hypothèses et les théories se réfugier à des distances d'autant plus inaccessibles que l'on possédait moins d'éléments et de résultats expérimentaux pour les vérifier. La couche d'Heaviside, dans la sérénité de ses quelques centaines de kilomètres d'altitude, pouvait sans contradiction apparente endosser le poids de toutes les anomalies radiotélégraphiques, des perturbations naturelles comme des irrégularités dans la propagation et la direction des ondes. La radioélectricité d'origine naturelle joua ainsi un rôle de gêneuse et d'exilée.

L'étude expérimentale de ces phénomènes devait reprendre ses droits. Et les applications télégraphiques dont ils semblaient être les ennemis allaient lui fournir des moyens puissants et nouveaux d'investigation et de recherches. Nous ne chercherons pas à résumer même brièvement tous les résultats expérimentaux déjà acquis à ce sujet, mais simplement à exposer sommairement quelques aspects météorologiques du problème.

La méthode. — Qu'il y ait une relation entre les perturbations atmosphériques et les phénomènes météorologiques, ce n'est pas là une constatation nouvelle, puisque les premières ondes perçues il y a trente ans étaient celles qui étaient causées par les orages. Les premiers chercheurs virent là, avec raison, un nouveau mode d'étude des orages, une nouvelle voie de pénétration dans les recherches météorologiques.

L'expérience montre toutefois que si les orages provoquent des atmosphériques, ils ne sont pas seuls à en provoquer et qu'il en est certainement d'autre origine. Réside-t-elle également dans notre atmosphère? Si oui, l'étude météorologique se complique mais nous promet en échange la découverte d'horizons plus vastes. La méthode à suivre sera celle qui permet depuis plus de soixante années l'étude de la physique de l'atmosphère. Nous allons en dire quelques mots.

L'étude expérimentale s'impose dans la physique de l'atmosphère comme dans les autres branches de la physique. Examiner les variations d'un élément déterminé en fonction des variations qu'on fait subir à un autre et unique élément, *toutes choses égales d'ailleurs*, voici la méthode qui nous permettra d'aboutir à l'énoncé d'une loi particulière. Ceci suppose des mesures précises et correctes, des précautions suffisantes pour réaliser le « toutes choses égales d'ailleurs ». Dans l'étude des phénomènes de l'atmosphère, qu'ils soient de météorologie pure ou qu'ils fassent intervenir les ondes radioélectriques naturelles ou télégraphiques on doit rechercher la même discipline : mesures précises, variations d'un phénomène en fonction d'un seul facteur. Mais nous nous heurtons de suite à des difficultés en apparence insurmontables. Tout d'abord, nous ne pouvons pas provoquer les phénomènes (sauf toutefois dans l'étude des ondes télégraphiques, mais non pas dans celle des atmosphériques). Il faut les attendre. Nous devons les observer sur toute leur étendue — qui est celle de l'atmosphère elle-même ou tout au moins de l'atmosphère dans toute son épaisseur sur les surfaces égales à celles de continents entiers. — Nous devons les observer dans des conditions de temps très sévères et très rapides, étant donnée la rapidité avec laquelle les phénomènes se modifient. Nous ne pouvons pas réaliser *directement* le « toutes choses égales d'ailleurs ». Il ne nous sera possible de l'atteindre qu'indirectement en multipliant à l'infini le nombre des observations et en les passant au crible de discussions et de méthodes spécialement adaptées au but poursuivi. D'où quelques lourdes exigences : observations sur des étendues immenses (théoriquement sur toute la surface du globe, terre et mer, au sol et en altitude), — observations

permanentes et régulières, — méthodes partout identiques. La météorologie radioélectrique, comme la météorologie proprement dite, est fatalement une science internationale. L'organisation du travail s'y présente comme une besogne primordiale, sans laquelle des efforts isolés risqueront toujours de rester des efforts stériles.

Les observations. — On peut distinguer plusieurs stades dans l'étude des lois qui relient les atmosphériques aux phénomènes météorologiques proprement dits : la comparaison d'atmosphériques locaux aux phénomènes météorologiques locaux et voisins, — la comparaison d'atmosphériques locaux à l'évolution des phénomènes dont l'ensemble de l'atmosphère est le siège — la comparaison de l'ensemble des atmosphériques à l'ensemble des phénomènes de l'atmosphère. Il est très instructif d'examiner à ce point de vue les importants travaux de MM. Rothé et Lacoste en France, ceux de M. Watson Watt en Angleterre, travaux basés sur des mesures radiogoniométriques. Le temps et la place nous manquent malheureusement pour le faire ici.

L'utilisation quotidienne et ininterrompue des écoutes radiotélégraphiques pour l'usage de la météorologie, écoutes qui n'échappent pas à l'action pernicieuse des atmosphériques, nous a fourni un matériel d'observation intéressant par son abondance et par sa continuité.

Nous avons été ainsi amené à utiliser des observations faites en France dans un réseau de vingt-neuf stations et relatives non plus à la direction, mais à la quantité et à la violence des atmosphériques. Voici comment nous avons procédé : tous les jours, vingt-neuf postes radiotélégraphiques assurent l'écoute d'un nombre considérable d'émissions météorologiques transmises à heure fixe et provenant de plus de trente postes T. S. F. situés en France, en Europe et en Afrique du Nord. Toutes les fois où une émission a été brouillée en partie ou en totalité par les atmosphériques ont été notées. Ces résultats ont été comparés entre eux et en tenant compte de la valeur respective des émissions le jour considéré. Une première discussion montre que l'on peut discerner très nettement des journées dépourvues d'atmosphériques importants dans la France entière et au contraire des journées (et même certaines heures dans ces journées) où les atmosphériques ont été assez violents et assez nombreux pour provoquer dans presque toute la France le brouillage de postes émetteurs même rapprochés et puissants. Mais si l'on constate l'existence certains jours de brouillages généraux étendus sur de très grandes surfaces, débutant et cessant partout presque au même moment, on remarque aussi l'absence de simultanéité dans les groupes et même

dans les émissions brouillées. Si donc c'est le même ensemble de perturbations qui brouille toute la France, ce ne sont pas en général les mêmes atmosphériques individuels qui sont entendus partout. L'expérience justifie donc la possibilité d'utiliser les renseignements fournis par les différentes écoutes en attendant la réalisation d'un réseau assez serré d'observations spécialisées assurées quotidiennement. Ceci est dû à cette circonstance heureuse qu'en certains cas les phénomènes que nous étudions sont assez nets et assez marquants pour ne pas être masqués par les variations dues à la grossièreté des méthodes de mesure. Ceci montre également que des mesures exécutées en un réseau étendu et assurées sans interruption pendant d'assez longues périodes sont un outil très précieux pour déblayer les abords des phénomènes dont nous désirons nous approcher. Tout ceci ne veut pas dire d'ailleurs qu'on peut se passer de méthodes de mesures précises. Tout au contraire, les premiers résultats acquis ne peuvent être considérés que comme des basses d'opération pour des recherches ultérieures et celles-ci ne seront possibles qu'en créant un réseau de mesures perfectionnées.

Les phénomènes météorologiques auxquels on peut rattacher les atmosphériques.

Le développement de l'étude expérimentale, qui, seul, permettra d'apporter quelques lumières dans la question des atmosphériques, a conduit ces dernières années à des résultats remarquables dans la météorologie proprement dite. Nous allons en exposer le principe, car c'est à eux que nous chercherons à rattacher les phénomènes qui nous occupent. Deux écoles, l'une en France, l'autre en Norvège, ont abordé simultanément et indépendamment l'étude approfondie de situations météorologiques réelles et l'analyse détaillée de cas concrets. Les résultats qu'elles nous ont enseignés loin de se contredire se confirment et se complètent harmonieusement.

Les travaux français (1) basés sur l'étude de la distribution en surface des variations de pressions barométriques à divers intervalles (3, 6, 12, 24, 48 heures) ont mis en évidence l'existence de « noyaux de variation de pression » se succédant alternativement, se remplaçant l'un l'autre après un temps déterminé (notion de période) suivant des trajectoires régulières (véritables courants de perturbations) guidés par de puissants anticyclones en de profondes dépres-

(1) Voir Mémorial de l'Office National Météorologique, n° 1. Schereschewsky et Wehrlé, *Les systèmes nuageux*. Chiron, éditeur.



sions (centres d'action) et subsistant pendant plusieurs jours et même plusieurs semaines (notion de « régime »). Elles nous ont donné la notion des systèmes nuageux, vastes groupements de masses nuageuses dans l'espace, subsistant plusieurs jours et conservant leur caractère dans leur déplacement. Elles nous ont défini les différents aspects du système en ses différents points. Elles ont rattaché cette notion de systèmes nuageux à celle des noyaux de variation et nous ont montré le « front », partie avant du système (par rapport à l'axe de la marche), le corps (partie centrale) correspondant à un noyau de baisse barométrique et la « traîne » (partie arrière où l'on rencontre les éclaircies, les averses, les grains) coïncidant avec le noyau de hausse qui succède au noyau de baisse. Nous aurons à examiner dans un des exemples cités plus loin le passage d'un tel système à travers la France et les relations entre ce passage et l'intensité des perturbations atmosphériques.

Les travaux norvégiens [1] ont montré « l'importance capitale des discontinuités de l'atmosphère pour la formation des nuages et des précipitations » — les discontinuités donnent des indications précieuses sur les transformations d'énergie qui se produisent dans l'atmosphère, et notamment sur la naissance, l'évolution et la disparition des cyclones. Nous verrons plus loin qu'elles donnent également des indications sur l'aspect électromagnétique des phénomènes de l'atmosphère. Ces discontinuités sont provoquées par le glissement l'une sur l'autre de deux masses d'air de caractéristiques différentes (en particulier, température, humidité) dont le mélange est assez lent pour pouvoir être considéré comme négligeable. Les surfaces de séparation sont toujours très peu inclinées (quelques centièmes) sur l'horizontale. Elles ne restent pas immobiles; comme l'air froid plus lourd et toujours au-dessous, le mouvement peut être provoqué soit par l'avancée d'un coin d'air froid sous la masse d'air chaud qu'il force à s'élever, soit par la montée de l'air chaud sur la masse d'air froid qui est amenée contre le sol. Le premier phénomène porte le nom de front froid, le second de front chaud. Il y a un lien très clair entre ces « discontinuités frontales » et les « noyaux de variation de pression ». Aux unes comme aux autres se rattachent les mêmes idées sur l'organisation des nuages dans l'espace (systèmes nuageux).

Donc quelle que soit la voie expérimentale par laquelle on aborde les études de météorologie dynamique (étude des variations de

(1) Voir Mémorial de l'Office National Météorologique, n° 6, Bjerkness et Solberg, *Les conditions météorologiques de formation de la pluie. L'évolution des cyclones et la circulation atmosphérique d'après la théorie du front polaire.*

pression ou étude des discontinuités de vent et de température) on est amené à rattacher les principaux aspects météorologiques de l'atmosphère à des phénomènes uniques qui commandent à l'ensemble de la météorologie dynamique. Si les perturbations atmosphériques de la télégraphie sans fil sont dues à des aspects physiques du même milieu, leur étude doit être simplement un troisième chemin d'accès pour aboutir à la mise en évidence des mêmes concepts fondamentaux. Il était donc logique d'étudier si une liaison existait réellement entre les perturbations atmosphériques de la T. S. F. d'une part, les phases de systèmes nuageux, les noyaux de variation de pression et discontinuités frontales d'autre part.

L'influence des montagnes.

Mais la cause des atmosphériques est-elle uniquement météorologique? L'expérience a fait ressortir en Europe et en Amérique du Nord le rôle prépondérant que semblent jouer les centres montagneux dans la production des atmosphériques. Les résultats annoncés par M. Austin en Amérique concordent avec ceux qui ont été obtenus en Europe et particulièrement en Angleterre et en France. Tous ces résultats ont été fournis par la méthode radiogoniométrique qui consiste à déterminer la direction d'où semblent provenir les atmosphériques. Il ne faut pas croire que l'usage des radiogoniomètres soit aussi simple et aussi facile quand il s'agit d'atmosphérique que lorsqu'on étudie la direction d'un signal. Il nécessite des méthodes sévères susceptibles de nous fournir, soit le nombre d'atmosphériques perçus en un même espace de temps dans une direction déterminée, soit les directions d'où semblent provenir les atmosphériques les plus violents. Dans les méthodes de lecture, de grandes précautions doivent être prises pour éliminer l'influence personnelle de l'observateur. Les expérimentateurs ont à juste prix attaché une grande importance à la qualité des mesures, qu'il s'agisse d'observations de directions faites d'une manière presque continue en un point déterminé (mesures de MM. Rothé et Lacoste à Strasbourg), soit qu'il s'agisse de séries de mesures simultanées faites à heures fixes par un réseau de postes d'écoutes (mesures de M. Watson Watt en Angleterre). Il faut y ajouter les très précieux renseignements fournis à ce sujet par les exploitants de la T. S. F. et en particulier ceux qui nous ont été donnés par M. de Bellecize (¹).

L'ensemble de ces résultats ainsi acquis confirme ce fait que les directions d'où semblent provenir les atmosphériques ne se répar-

(¹) Voir en particulier *Radioélectricité*, janvier et février 1923.

tissent pas également dans tous les azimuts, mais qu'il en est certaines qui semblent entièrement inactives, tandis que d'autres sont le plus fréquemment troublées, et ces dernières sont justement celles où se trouvent des montagnes élevées et couvertes de neige (les Alpes en France).

M. Watson Watt a discuté avec un grand soin les résultats de très nombreuses observations radiogoniométriques faites dans un certain nombre de postes d'observations situés en Grande-Bretagne. Ces résultats montrent que non seulement la direction moyenne d'où semblent venir les perturbations (et on a un résultat analogue pour la direction où sont observées les plus nombreuses décharges) est celle des régions montagneuses des Alpes et des Pyrénées, mais que ces directions moyennes subissent des variations diurnes et annuelles qui suivent remarquablement les variations de hauteur du soleil au-dessus de l'horizon. Bien plus, ces variations diminuent avec la latitude de la station d'observation, c'est-à-dire avec l'éloignement qui sépare la station des régions montagneuses. Si l'on considère avec M. de Bellecize que les mesures radiogoniométriques donnent non pas la direction d'un centre bien déterminé de perturbations; mais la trajectoire orthogonale de lignes d'égales perturbations qui entourent grossièrement des régions particulièrement actives au point de vue des atmosphériques, les résultats de M. Watson Watt peuvent s'interpréter très simplement : tout se passe comme si la lumière solaire agissant sur les montagnes élevées et particulièrement sur les champs de neige qui les recouvrent y était une cause d'activité radioélectrique et comme si le centre de cette activité se déplaçait dans le même sens que l'action plus ou moins violente des rayons solaires sur les hautes cimes. Action plus sensible en été et au milieu du jour sur les Alpes septentrionales qui sont les plus à l'Est. Action redevenant prédominanteen hiver sur les Alpes méridionales et même les Pyrénées. Cette action semble pouvoir être attribuée à l'ionisation des cristaux de neige par les rayons ultra-violets, ce qui expliquerait que leur effet se confine aux hautes altitudes où ces rayons n'ont pas encore été presque complètement absorbés par l'atmosphère.

Elle sera d'ailleurs d'autant plus sensible que la neige se présentera sous un aspect physique plus voisin de la cristallisation. C'est le cas, lorsqu'une chute abondante de neige est suivie de belles éclaircies et c'est aussi le cas lorsque les circonstances météorologiques favorisent une sublimation active de vastes champs de neige. C'est ce qui arrive quand une traîne de systèmes nuageux envahit les Alpes, après le passage du corps. Nous voilà donc ramenés à l'examen des

phénomènes météorologiques et en particulier à l'influence du passage des diverses phases de ces phénomènes sur les hautes montagnes.

Les fronts froids. — Il est assez curieux de noter que, tandis que nous étions ainsi amenés à fixer notre attention sur le rôle prépondérant fixé par certains phénomènes météorologiques dans la naissance des atmosphériques, des chemins entièrement différents conduisaient M. Viaut, prévisionniste à l'Office national météorologique, à constater que les centres d'action perturbatrice révélés par les mesures radiogoniométriques, étaient toujours, et d'une manière rigoureuse, les fronts froids de la théorie norvégienne. Comme, d'autre part, nous avons été amenés nous-mêmes à attribuer le même rôle aux traînes des systèmes nuageux, que les traînes coïncident avec les fronts froids, que ce ne sont là que deux aspects divers d'un même phénomène, cette convergence des conclusions ne pouvait que nous encourager à rechercher de nouvelles confirmations expérimentales. C'est d'ailleurs au moment où nous avions la certitude d'être sur la bonne voie, que fut porté à notre connaissance le travail que M. F. Herath a publié dans les Annales de l'observatoire de Lindenberg [1] et où d'observations aérologiques locales, il déduit la simultanéité entre le passage de fronts et l'apparition de perturbations atmosphériques et attribue à ce point de vue aux fronts froids une activité perturbatrice plus grande qu'aux fronts chauds. Comme on va le voir ci-après, nos conclusions avaient été plus loin, et nous considérons encore que non seulement les fronts froids sont seuls à produire des atmosphériques, mais que les fronts chauds provoquent leur disparition.

Il y avait lieu, en tout cas, tout en signalant les résultats acquis dès 1922 par M. Herath, de mettre en évidence cette convergence remarquable des conclusions de recherches absolument indépendantes et basées les unes et les autres sur des observations expérimentales totalement différentes. Un tel concours de circonstances n'est pas à dédaigner, quand il s'agit d'affirmer un fait en apparence si paradoxal : les atmosphériques qui sont infiniment plus nombreux et violents dans les saisons chaudes, qui deviennent d'autant plus puissants que l'on se rapproche des régions tropicales, sont dus à l'arrivée de masses d'air froid. Si paradoxale que puisse être cette proposition, nous n'avons pas encore pu observer un seul cas où elle ait été mise en défaut. Toutes les observations publiées, toutes celles faites par nous-même confirment cette loi fondamentale en ce qui

(1) Travaux de l'observatoire aéronautique de Lindenberg XIV Band 1922. Friedrich Herath. Meteorologie und Wellentelegraphie. Beeimflussung des Funkverkehrs durch die Gleitflaschen in der Atmosphare.

concerne nos latitudes : les atmosphériques sont dus à une invasion brusque d'air polaire ou tout au moins d'air relativement froid.

La superposition des causes météorologiques et orographiques.

L'étude de cas particuliers permet de mettre en lumière le rôle joué par le passage de phénomènes météorologiques sur les montagnes. Nous prendrons deux cas observés en novembre 1923.

1er Cas. — Passage sur les Alpes d'une éclaircie liée à un secteur froid. (Cas du 7 novembre 1923 à 1 heure du matin.)

A. Examen du phénomène météorologique (fig. 1 à 6 inclus).

a) Un corps pluvieux principal S accompagné d'une baisse barométrique B traverse la France du NW au SE. Les figures 1 à 4 indiquent ses positions respectives à 13 heures et 18 heures le 6 novembre.

b) Une éclaircie E suit le corps pluvieux S. Elle est accompagnée d'une hausse H suivant la baisse B.

c) Une masse d'air chaud accompagne le corps pluvieux et la baisse. Une masse d'air froid accompagne l'éclaircie et la hausse. La discontinuité produite par leur surface de séparation est mise en évidence par une discontinuité des vents au sol (du SE dans l'air chaud, du NW dans l'air froid) et par une discontinuité analogue des vents en altitude mise en évidence par les sondages.

d) La discontinuité des vents en altitude, et l'examen des variations de température en vingt-quatre heures montrent que la surface de discontinuité se dirige vers le SE comme les autres phénomènes.

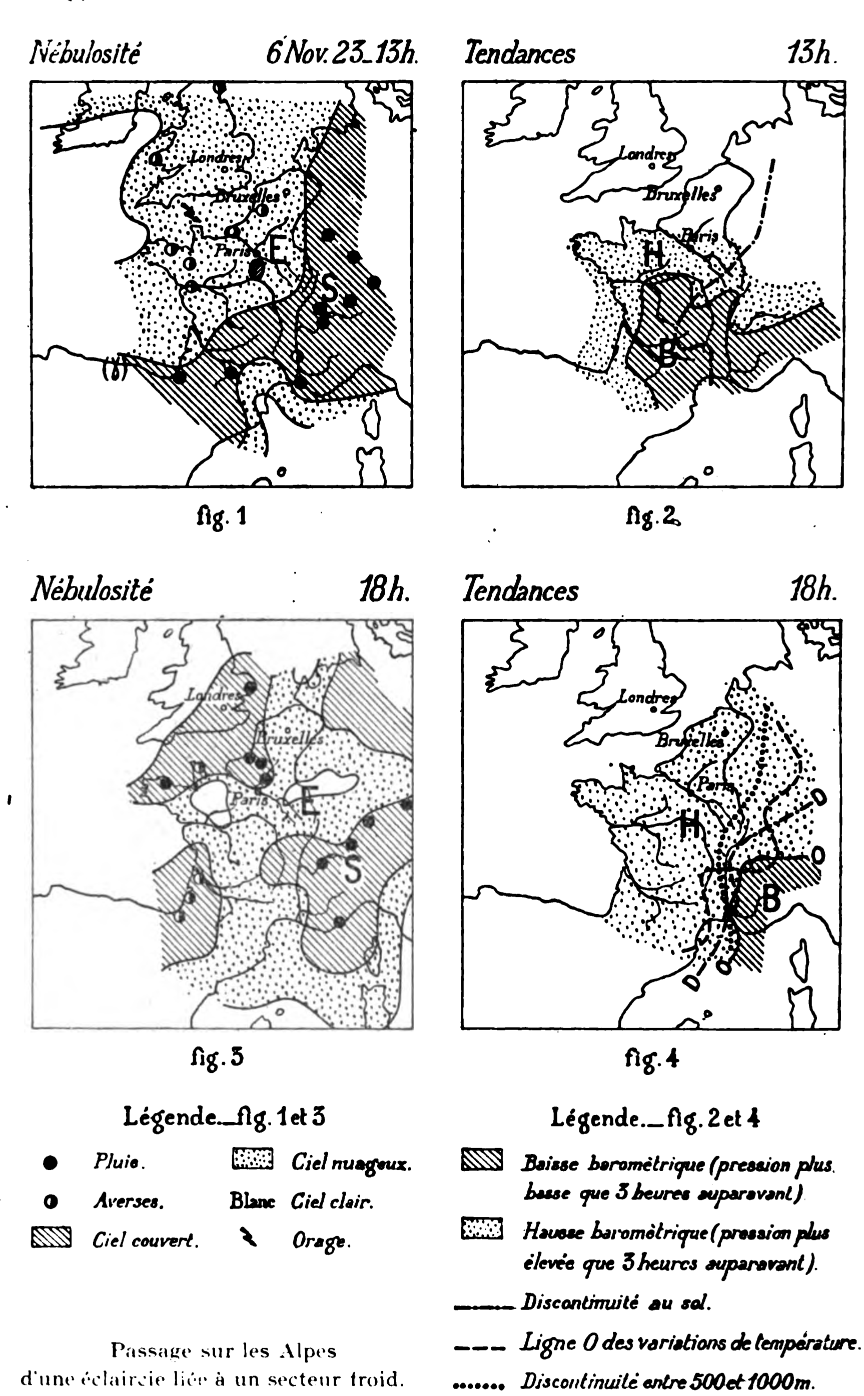
e) L'éclaircie accompagnée du secteur froid et de la hausse est d'ailleurs courte. Elle est suivie immédiatement d'un corps pluvieux secondaire situé sur les Alpes le 7 à 7 heures du matin. C'est donc vers le milieu de la nuit que l'éclaircie liée aux phénomènes qui l'accompagnent est passée sur les Alpes.

f) Le passage du phénomène peut être observé à différentes altitudes : la figure 5 montre deux courbes : celle des températures à 7 heures et celle des températures à 18 heures à l'Aigoual, la figure 6 donne les courbes de variation de température en 24 heures à 7 heures en six stations de montagne de la Suisse. Toutes ces courbes mettent en évidence l'arrivée brusque de la discontinuité dans la nuit du 6 au 7 et la vigueur de la cause perturbatrice comparée aux causes qui ont produit les oscillations précédentes.

B. Comparaison du phénomène météorologique avec les atmosphériques : Aucun brouillage par atmosphériques n'est signalé le 6 dans les réceptions radiotélégraphiques jusqu'à 21 h. 30, fin de la réception du réseau d'observations météorologiques de 18 heures. La réception

**





Passage sur les Alpes d'une éclaircie liée à un secteur froid.

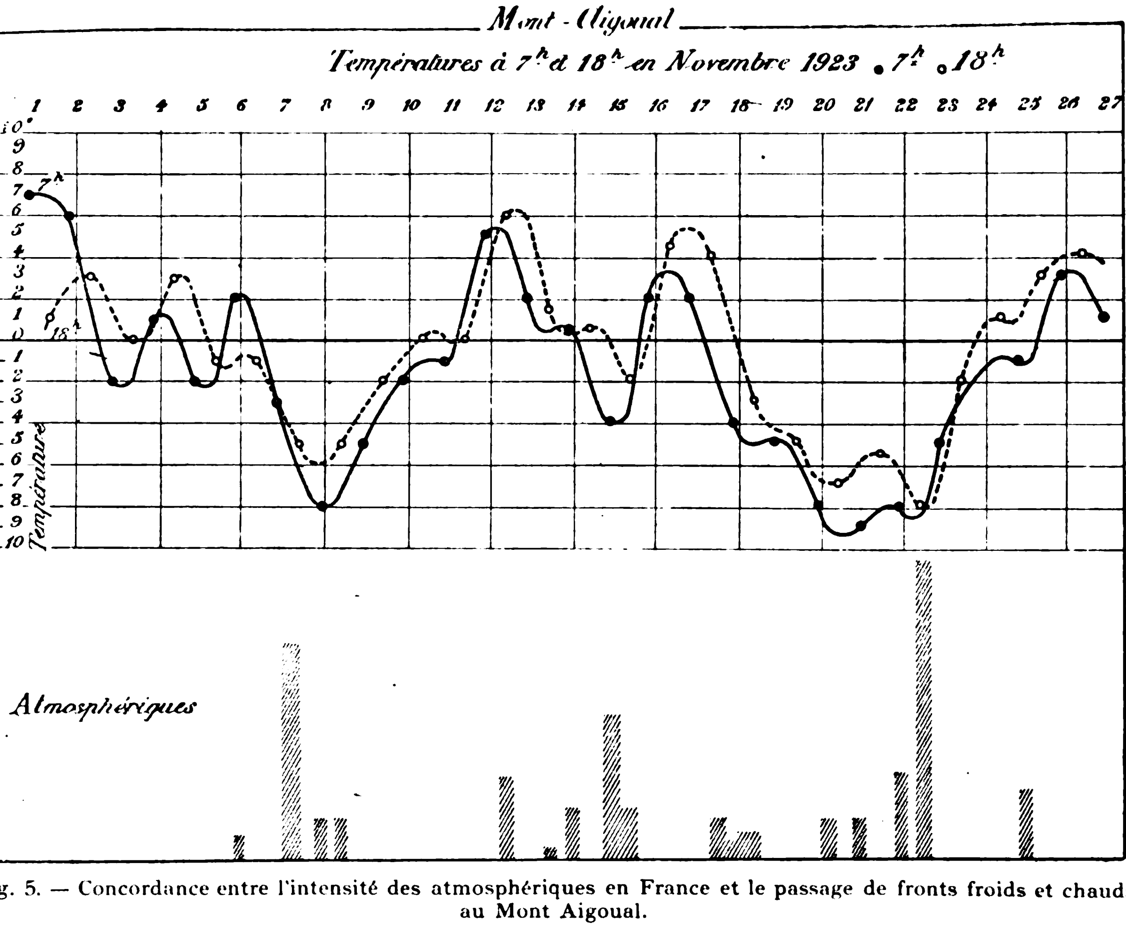


Fig. 5. — Concordance entre l'intensité des atmosphériques en France et le passage de fronts froids et chauds au Mont Aigoual.

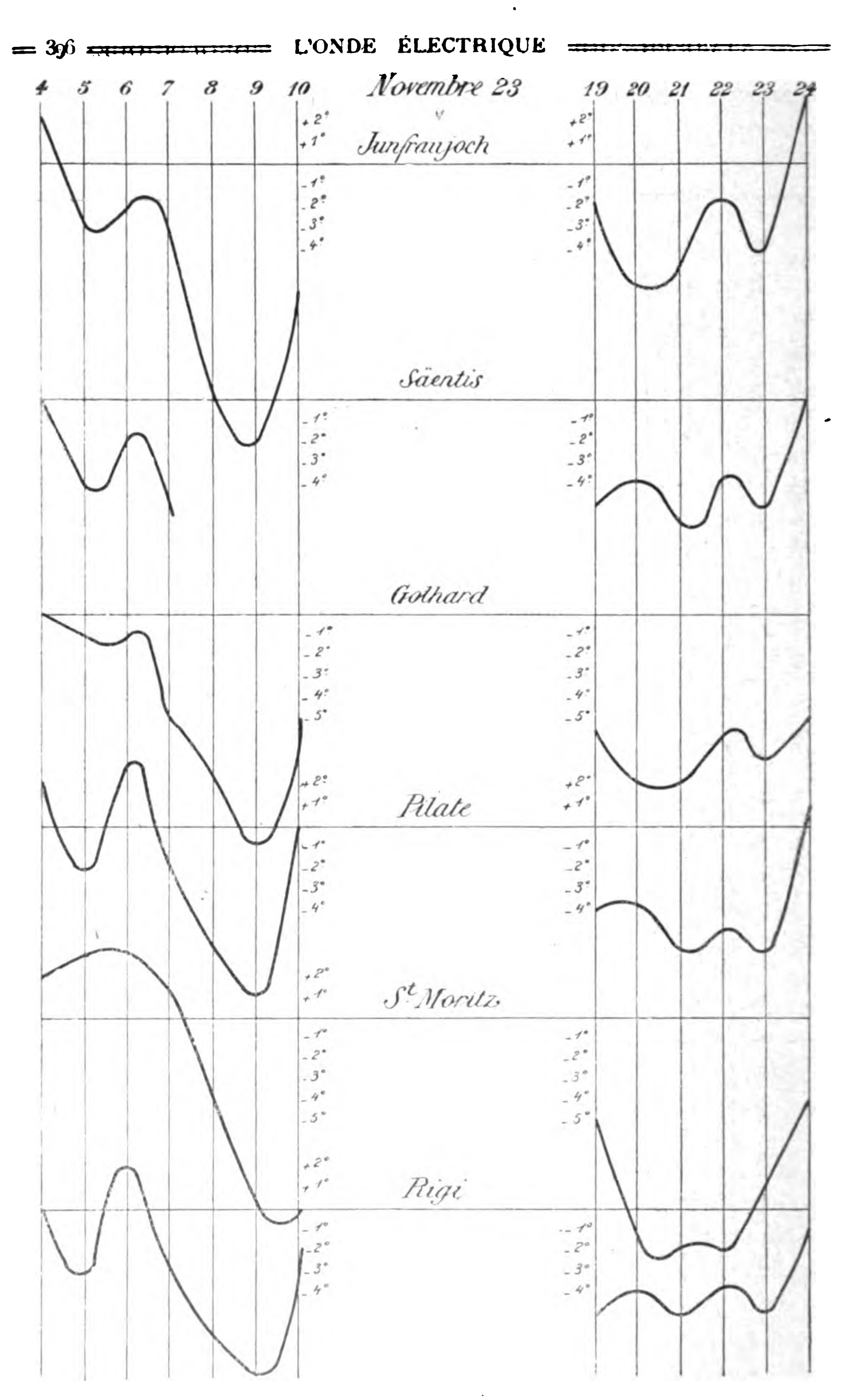


Fig. 6. — Courbe des variations de température en 24 heures dans les différen stations suisses.

du réseau de 1 heure du matin entre 1 heure et 3 heures le 7, est brouillée par des atmosphériques violents. Les brouillages sont nettement moins nombreux au réseau de 5 heures (entre 5 heures et 6 heures) et aucun n'est plus signalé dans la journée du 7. Il y a donc coïncidence absolue entre le passage du front froid de hausse et d'éclaircie sur les Alpes avec l'intensification des atmosphériques.

C. Discussion. — Le front froid n'a pas causé de brouillages, tant qu'il s'est propagé au-dessus de pays peu ou moyennement montagneux. Il n'a agi avec force au point de vue de la production des atmosphériques que lorsque son action a été renforcée par une action orographique très importante. Ce renforcement de l'action radioélectrique des fronts froids est particulièrement intéressant, car il se reproduit en hiver chaque fois que dans des conditions analogues un front froid venant du nord-ouest aborde les Alpes après avoir traversé la France. Le mois de janvier 1924 est caractéristique à cet égard. Citons en particulier les cas du 5 et du 19 janvier.

2e Cas. — Arrivée au-dessus des Alpes d'une masse d'air froid. (Cas du 22 novembre 1923.)

A. Examen du phénomène météorologique (fig. 7, 8 et 9).

a) La situation barométrique, le 22 à 7 heures, est la suivante : deux minima barométriques, l'un sur le Pas-de-Calais, l'autre sur la Méditerranée (Corse, Sardaigne, Italie). Entre les deux, sur les Alpes et en Suisse, gradient plat, temps beau et froid.

b) Cette situation se modifie comme suit, du 21 à 18 heures au 22 à 18 heures hausse au Nord (Baltique, Danemark, Mer du Nord).

Baisse en Méditerranée qui, en remontant de la Tunisie à l'Italie, y creuse un minimum qui s'accentue dans l'après-midi du 22.

c) Sous l'action de cette hausse au Nord, de cette baisse au Sud, un courant du NE s'établit en altitude au-dessus de l'Europe centrale. Une discontinuité de vent très accentuée entre vents du SW et vents du N s'établit en altitude et est nettement mise en évidence par les cartes de sondages français de 9 heures du 22 novembre (fig. 8). Dès le matin du 22, les stations de montagne suisses sont déjà sous l'action d'un fort vent du NE. Cette discontinuité atteint les Alpes au début de la matinée. Le courant du Nord prend de la force dans l'après-midi au fur et à mesure que le minimum d'Italie se creuse. Il tourne momentanément au NE devenant très froid et *très sec*.

d) Dans la nuit du 22 au 23, le minimum d'Italie se déplace vers le Nord-Est, les vents tournent au NW, d'où réchauffement et arrivée d'air plus humide. (Voir fig. 9 l'arrivée du courant équatorial succédant au courant polaire.)

22 Nov. 5 heures_Vents à 500 m.

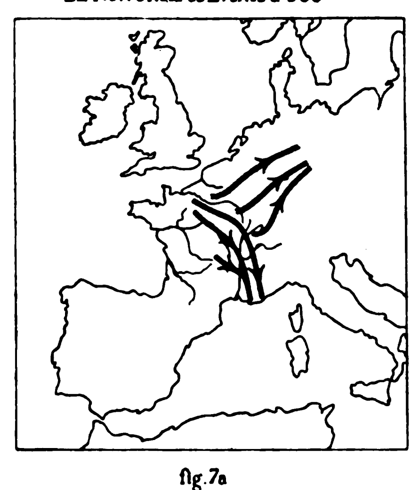


fig. 7a

22 Nov. 5 heures_Vents à 1000 m.

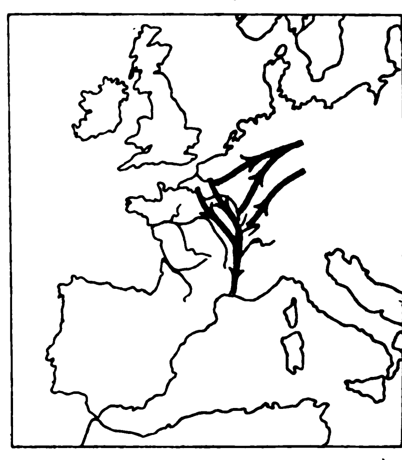


fig. 7b

Arrivée au-dessus des Alpes d'une masse d'air froid.

(Les traits noirs pleins indiquent un courant d'air polaire frais, les double-traits un courant d'air équatorial.)

22 Nov. 5 heures_Vents à 2000 m.

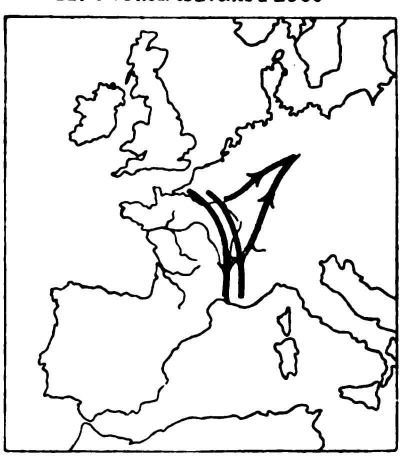


fig. 7c

22 Nov. 9heures_Vents à 500^{m}

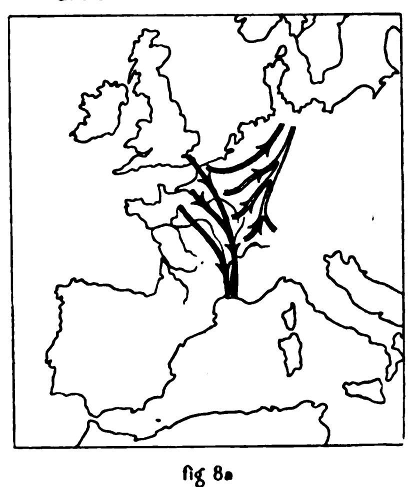


fig 8a

22 Nov. 5heures_Vents à 1000^{m}.

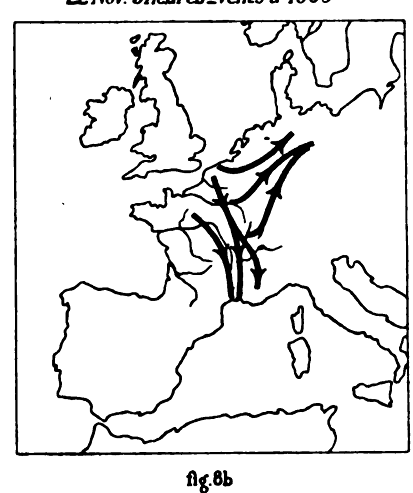


fig.8b

22 Nov. 5heures_Vents à 2000^{m}.

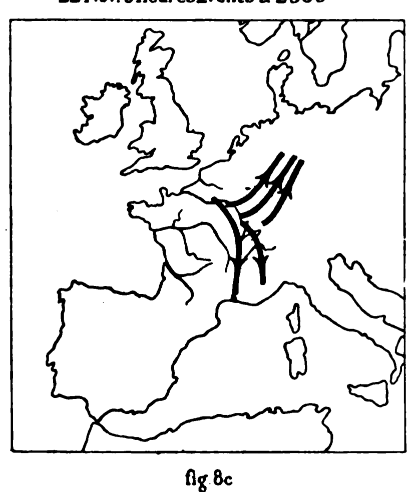


fig.8c

22 Nov. 18heures_Vents à 1000^{m}.

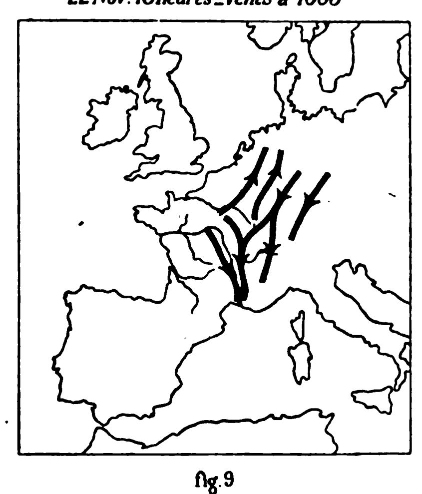


fig.9

e) Les graphiques de température mettent en évidence le passage du phénomène tout comme dans le cas précédent.

B. Comparaison avec les atmosphériques. — Le 22 novembre est la journée la plus troublée des mois de novembre et de décembre. Les brouillages s'observent aux environs de 7 heures, mais surtout, entre 18 heures et 20 heures (plus de 45 émissions brouillées en deux heures, au lieu d'une moyenne en novembre de 3 brouillages quotidiens). Ces brouillages correspondent à l'arrivée de la ligne de discontinuité (7 heures) et au moment où le courant de NE est le plus froid et le plus sec (18 heures).

Discussion des faits précédents. — Dans les deux exemples précédents, les atmosphériques sont survenus dans des situations météorologiques différentes, mais qui toutes deux présentent un caractère commun : refroidissement, atmosphère plus sèche, augmentation du gradient vertical de température, augmentation du rayonnement (ciel pur). Dans les deux cas, la disparition des atmosphériques (ou leur affaiblissement notable) coïncide avec une hausse de la température, une augmentation de l'humidité, une diminution du rayonnement (ciel se couvrant) et une diminution du gradient vertical de la température. Ces rapprochements entre le phénomène météorologique et le phénomène radioélectrique peuvent être faits non seulement pour ces deux exemples pour lesquels ils sont particulièrement nets, mais également dans un grand nombre d'autres situations. L'examen des graphiques de la figure 5 est assez probant à cet égard. Ils ont également trait au mois de novembre 1923 et sont relatifs à la température, au sommet du mont Aigoual. Étant donné la situation de cette station et les régimes qui ont été observés en novembre, la température du mont Aigoual donne une idée à peu près exacte des froids et chauds qui ont abordé les Alpes pendant le mois de novembre.

La courbe en trait plein relie les températures observées à 7 heures. Celle en trait interrompu, les températures observées à 18 heures. Ces courbes font ressortir nettement l'allure des causes de hausse et de baisse de température, après avoir éliminé les causes des variations diurnes. Sous ces courbes ont été placées des hachures de hauteur proportionnelle à la quantité et à la violence des brouillages causés en France par les atmosphériques. On constatera sans difficulté la concordance remarquable entre l'absence d'atmosphérique et les périodes de hausse de température, même quand elles sont localisées à l'intérieur d'une baisse importante et la présence de ces atmosphériques concordant avec les chutes de température.

Nous sommes donc à même, dès maintenant, d'aller un peu plus

loin que nous n'étions tout à l'heure et de résumer ainsi les points acquis :

Les atmosphériques des régions de latitude moyenne proviennent des masses d'air polaire et particulièrement des régions de celles-ci qui succèdent après une discontinuité brusque aux masses d'air équatorial, c'est-à-dire des fronts froids. Leur intensité, peu sensible en hiver quand les fronts agissent seuls, augmente considérablement quand le front froid atteint des chaînes de montagnes élevées et qu'une action orographique s'ajoute à l'action météorologique.

Toutes les conclusions ci-dessus sont basées sur des observations faites dans les régions de latitude moyenne. Pourra-t-on les étendre à d'autres latitudes? Des études approfondies pourront seules donner la réponse. En tout cas, certains faits semblent montrer qu'il n'est pas absurde de penser qu'elle sera positive :

C'est ainsi que l'expérience montre que dans l'Océan Indien, les atmosphériques sont particulièrement violents à l'époque des changements de mousson. C'est également l'époque où les cyclones sont les plus fréquents et les plus violents. Or, il est permis de supposer qu'au moment des changements de mousson, la rencontre de courant froid venant des plateaux de l'Asie centrale et des courants plus chauds provenant des régions tropicales provoquent des discontinuités violentes et que celles-ci sont le siège de perturbations atmosphériques importantes.

Nous ne donnons d'ailleurs cette explication que pour montrer qu'à priori, les phénomènes des tropiques ne sont pas en opposition avec ce qui a été exposé plus haut. Nous ne voulons aucunement lui donner pour le moment une autre portée et rien ne saurait nous permettre de conclure pour le moment que toutes les perturbations atmosphériques de la T. S. F. ont une origine météorologique.

Il est donc possible de rattacher l'une à l'autre deux séries de phénomènes naturels extrêmement complexes, les phénomènes météorologiques proprement dits et certaines perturbations atmosphériques de la télégraphie sans fil. Le mérite en revient aux méthodes nouvelles de la météorologie dynamique, méthodes qui ont pour base l'étude expérimentale de cas concrets réels. Aux créateurs français et norvégiens de cette méthode scientifique, devra toujours équitablement être attribuée une très grosse part des progrès qui seront accomplis dans toutes les branches de la dynamique de l'atmosphère.

Robert BUREAU.

***

LA RÉGLEMENTATION DE LA T. S. F.

Exposé des questions ayant fait l'objet d'études ou de réglementation internationales et vœux ([1]).

Par **BRENOT,** *directeur de la Compagnie Générale de T. S. F.*
FRANCK, *chef de bataillon d'Aéronautique*
et **MIHURA,** *avocat aux Conseils.*

L'importance et la complexité des questions envisagées nous ont amenés à diviser le travail, en ne nous occupant, tout d'abord, que des questions qui ont déjà fait l'objet d'études ou de réglementations internationales, et pour lesquelles il existe des bases de discussion solides.

C'est ainsi que nous avons écarté l'étude des régimes de temps de guerre, des droits respectifs des belligérants et des neutres, en matière de radiocommunication et celle de la coordination des régimes intérieurs avec les régimes et les besoins internationaux.

D'autre part, les réglementations internationales, existantes ou en projet, ne visent pas les postes d'expérience, ni les postes affectés à des communications privées, tels que les postes d'amateurs qui échangent maintenant, d'une façon presque courante, des signaux à travers l'Atlantique.

Elles ne concernent que les services de correspondance publique, et nous ne les examinerons, tout d'abord, qu'à ce point de vue.

I

Les postes radioélectriques affectés à la correspondance publique peuvent être divisés en deux grandes catégories : les postes fixes et les postes mobiles.

1° Dans les radiocommunications des postes mobiles, sont rangées toutes les radiocommunications pour lesquelles le poste de départ ou de destination est un poste mobile.

([1]) *Revue Juridique Internationale de T. S. F.*

2° Dans la catégorie des postes fixes, on aura à distinguer deux sortes d'échanges :

a) Les services de correspondance dans lesquels deux postes radio-électriques communiquent dans les deux sens;

b) Les services unilatéraux, tels que les services de presse, d'informations, d'émissions horaires, météorologiques, adressés à des correspondants qui peuvent recevoir, mais ne répondent pas.

II

Trois grandes conférences internationales, dont certaines composées de délégués plénipotentiaires, ont, de 1912 à 1914, établi des réglementations pour la T. S. F. : la Conférence radiotélégraphique de Londres, 1912; la Conférence de l'Heure, 1912-1913, à Paris; la Conférence sur la Sauvegarde de la vie humaine en mer, 1913-1914, à Londres.

Depuis la guerre, des conférences de moindre importance ont été réunies pour l'examen des nouveaux projets de conventions ou de règlements nécessaires. Mais elles n'ont eu qu'un caractère consultatif, presque officieux, n'ont compté qu'un très petit nombre d'États et n'ont été sanctionnées par aucune convention.

Exception, toutefois, pour une Conférence internationale de Navigation aérienne et pour un Comité international de Météorologie qui, sur les points spéciaux de leur compétence, ont édicté des règlements maintenant en vigueur.

III

La *seule* réglementation internationale en vigueur, pour l'exploitation *commerciale* de la T. S. F., est celle qui a été établie par les conférences réunies à Berlin en 1906, puis à Londres en 1912.

On peut considérer qu'en pratique, cette réglementation est appliquée à peu près sans restriction par tous les pays.

Elle ne vise que les *radiocommunications des navires* (entre eux et avec la terre).

***

Deux grands principes y ont été proclamés, qui intéressent tout particulièrement notre Comité.

ART. 8. — L'exploitation des stations radiotélégraphiques est organisée autant que possible de manière à ne pas troubler le service d'autres stations de l'espèce.



Art. 9. — Les stations radiotélégraphiques sont obligées d'accepter, par priorité absolue, les appels de détresse, quelle qu'en soit la provenance, de répondre de même à ces appels et d'y donner la suite qu'ils comportent.

On voit par l'article 8 que les postes mobiles ont le droit d'user librement de l'éther, sous réserve, bien entendu, d'observer les prescriptions du Règlement et, d'une façon plus générale, sous condition de *ne pas gêner les autres stations*.

On voit aussi qu'en cas *de détresse* la propriété de l'éther est en somme accordée au navire en danger. On a été plus loin :

Ceux qui entendent les ondes de détresse doivent s'efforcer de les recevoir et sont tenus de répondre et de donner suite à l'appel.

* * *

Les infractions au Règlement font l'objet d'échanges de vue directs entre les Gouvernements intéressés. Toutefois, un Bureau international, faisant fonction de secrétariat, peut recevoir et transmettre les diverses réclamations. Ce Bureau international a été organisé à Berne.

En cas de dissension grave, la question est soumise à un jugement arbitral prévu par l'article 18 de la Convention de Londres.

* * *

S'il ne résulte pas d'une façon expresse de la Convention internationale de Londres et de son Règlement, que les ondes émises par les postes d'un pays ont le droit de passer librement par-dessus un autre pays. ce droit découle néanmoins de l'organisation du trafic prévue par le Règlement international, organisation qui ne comporte aucune restriction en cet ordre d'idées.

Il est bien prévu qu'en principe, chaque navire doit s'adresser à la station côtière *la plus rapprochée*, mais cette disposition, qui comporte d'ailleurs des exceptions nombreuses, n'a eu d'autre but que de réduire le nombre des communications à grande distance, lorsque des communications à faible distance peuvent suffire à écouler le trafic radiotélégraphique. On a cherché ainsi à diminuer l'encombrement de l'éther.



La Convention de Londres, en attribuant des *ondes spéciales* au service des radiocommunications des postes mobiles, n'a pas, toute-

fois, affirmé l'*affectation* exclusive de ces ondes, en petit nombre d'ailleurs (600, 300, 1 800 mètres), pour les radiocommunications en question.

Seul l'article 8, qui interdit les perturbations *systématiques ou autres,* peut être invoqué contre l'emploi par d'autres genres de radiocommunications des longueurs d'onde attribuées aux postes mobiles.

En pratique, d'ailleurs, l'usage a consacré l'affectation exclusive des ondes de 300 et de 600 mètres aux services des navires.

***

La Conférence de Londres, bien qu'en laissant de côté la réglementation des communications des postes fixes (les hautes parties contractantes conservant leur entière liberté relativement à ces radiocommunications), a tenu néanmoins à leur imposer les obligations des articles 8 et 9, c'est-à-dire :

1° Que leur service doit être organisé de manière à ne pas *troubler le service* des autres stations;

2° Qu'elles doivent accepter par priorité absolue les appels de détresse, leur répondre et leur donner la suite qu'ils comportent.

Ainsi a été proclamé une fois de plus le droit au libre usage de l'éther pour celui qui est en danger.

Ainsi, aussi, a été proclamée l'interdiction pour tout pays contractant, qu'il s'agisse de ses stations fixes ou de ses stations mobiles, d'apporter des troubles systématiques ou non aux services des autres stations.

IV

Depuis la guerre, le développement des communications entre stations fixes a été considérable.

En outre, un grand nombre de nouvelles applications de la télégraphie et de la téléphonie sans fil sont entrées dans la pratique : services d'informations, radiogoniométrie, radiocommunications des aéronefs, émissions de concerts, etc...

Il a paru indispensable, dans l'intérêt général, de coordonner les mesures prises au gré des événements dans les divers pays.

Cette situation a préoccupé, en particulier, les grandes puissances de l'Entente, qui ont commencé à examiner entre elles, dans des conférences *consultatives,* les conditions dans lesquelles pourrait être établie une nouvelle réglementation internationale.



La France suggéra d'étudier une Convention générale, s'inspirant de la Convention *télégraphique* internationale de Pétrograd (revision de Lisbonne) et englobant toutes les communications par fil ou sans fil.

Avant la guerre, le manque de statuts pour les radiocommunications de postes fixes avait en effet soulevé des difficultés d'ordre diplomatique.

Certaines administrations avaient fait des objections à l'utilisation de relations *radiotélégraphiques* entre points fixes, en s'appuyant sur quelques-unes des prescriptions du Règlement TÉLÉGRAPHIQUE de 1874 : nécessité du secret des correspondances, par exemple.

Un premier point de contact intéressant entre la convention télégraphique et les Conventions radiotélégraphiques existantes ou à venir, était ainsi apparu. Il y en a beaucoup d'autres. C'est ainsi qu'un des articles de la convention *télégraphique* permet à deux États de prendre séparément entre eux des arrangements de toute nature sur les points de service qui n'intéressent pas la généralité des États.

Certaines administrations avaient interprété cet article comme interdisant à deux pays non limitrophes d'organiser une communication radiotélégraphique sans l'assentiment des autres pays traversés par les ondes hertziennes des stations en correspondance.

Par ailleurs, le Règlement *radiotélégraphique* de Londres renvoie à l'application de nombreuses dispositions qui se trouvent dans le Règlement *télégraphique*.

Il est bien certain, enfin, que les lignes hertziennes font partie du réseau télégraphique mondial au même titre que les lignes sous-marines ou terrestres.

Il n'est pas possible de réglementer judicieusement les unes en faisant abstraction des autres, sous peine d'arriver à une dualité de règles, qui sera des plus préjudiciables à la facilité du service et aux intérêts du public.

Jusqu'alors, il y a eu pourtant séparation complète entre les conférences télégraphiques et les conférences radiotélégraphiques. Mais ce fait, déjà regrettable, était dû à ce que la T. S. F. n'avait encore, à vrai dire, été réglementée que dans l'intérêt de la navigation maritime.

Il n'est pas possible de persévérer dans les errements anciens.

Les conférences télégraphiques, aussi bien que les conférences radiotélégraphiques, ont lieu périodiquement.

Une conférence internationale télégraphique devait se réunir à Paris en 1915.

Une conférence internationale radiotélégraphique devait être convoquée à Washington en 1917.

Elles ont été différées toutes deux.

Le Gouvernement français a suggéré de les remplacer par une conférence unique, télégraphique et radiotélégraphique à réunir le plus tôt possible; les conventions télégraphiques et radiotélégraphiques remaniées, mises à jour, seraient fondues en une seule convention comportant en annexe les règlements télégraphique et radiotélégraphique.

Cette solution semble la seule rationnelle. Elle a soulevé quelques difficultés de la part du Gouvernement des États-Unis, qui, n'ayant jamais adhéré à la convention télégraphique, affaire surtout européenne, aurait voulu que les deux domaines restassent séparés. Mais cette séparation est illogique, et beaucoup d'exploitants et de techniciens aux États-Unis ont déjà modifié, devant l'évidence des faits, leur manière de voir.

Il faut espérer que, à bref délai, le Gouvernement des États-Unis renoncera à ses objections.

La conférence devrait avoir lieu en Europe. Etant donné la grande durée à prévoir pour les travaux, il paraît difficile de la convoquer à Washington.

***

En attendant la réunion de cette conférence, des états de faits se sont créés dans la plupart des pays pour des radiocommunications des postes fixes.

Des conférences officieuses ont été tenues aux États-Unis et en Europe par les puissances de l'Entente, qui ont établi en commun *des projets* de règlement tenant compte de la plupart des enseignements de la pratique.

Il a été entendu formellement, d'ailleurs, que ces projets de règlement *n'engageaient en rien aucun des États qui les avaient établis.*

Ces États étaient d'ailleurs en très petit nombre, vis-à-vis du grand nombre de pays qui assisteront à la conférence projetée. Au moment où ont eu lieu les conférences officieuses dont nous venons de parler, réunies peu après la guerre, l'usage de la T. S. F. était encore limité aux emplois militaires et à quelques services officiels. Le développement de la T. S. F. privée et des radiocommunications à l'usage du public a été grand depuis cette époque.

D'autre part, l'évolution rapide de la technique a modifié déjà certaines bases de discussion.

Il paraît donc probable, et divers renseignements officieux le confirment, que les projets qui seront discutés à la prochaine conférence internationale différeront assez notablement de ceux qui ont été arrêtés dans les réunions interalliées.

***

Parmi les diverses questions dont la réglementation a été établie dans les conférences ou commissions précitées, certaines ne semblent pas, toutefois, devoir soulever de controverses lors de la prochaine conférence internationale, étant donné l'unanimité avec laquelle la réglementation en a été immédiatement acceptée :

a) En particulier, le droit pour toute station se conformant aux dispositions du Règlement, d'émettre des ondes passant par-dessus le territoire des autres parties contractantes, a été proclamé.

L'article 23 du projet de Convention, établi à Washington en 1920 et revisé par le Comité technique des Radiocommunications, tenu à Paris en 1921, dit :

« Les hautes parties contractantes, à condition de se conformer à tous les engagements imposés par la présente Convention et le Règlement y annexé, reconnaissent le droit de deux Etats contractants, dont les frontières ne sont pas contiguës, d'organiser des communications radiotélégraphiques au-dessus du territoire d'autres pays contractants. »

b) L'article 4 prévoit aussi que la télégraphie sans fil peut être employée au même titre que la télégraphie ordinaire au point de vue du *secret de la correspondance :*

« Les hautes parties contractantes s'engagent à prendre toutes les mesures possibles compatibles avec le système de communications adopté par elles en vue d'assurer le secret des communications et leur bonne transmission. »

Elles prennent également l'engagement, par l'article 6, d'établir et d'exploiter leurs communications de la manière la plus efficace, et de les organiser, autant que possible, *de façon à ne pas gêner les services des autres administrations et autres services reconnus.*

En somme, il ne restera plus rien des dispositions qui pouvaient permettre à certaines administrations de s'opposer au libre développement de la télégraphie sans fil.

Le parcours des ondes est libre, l'usage de la télégraphie sans fil est libre aussi.

V

La répartition, la propriété ou l'exclusivité des longueurs d'onde sont des problèmes difficiles qui restent *controversés*.

Il a paru, en général, nécessaire de répartir, sinon *les longueurs* d'ondes entre les postes émetteurs, au moins *des gammes* d'ondes entre les divers services effectués (services mobiles, services fixes, services militaires, etc...). L'usage *exclusif* de diverses ondes pour certains services a été admis.

En particulier, les services mobiles et militaires recevraient certaines catégories de longueurs d'onde, qui ne pourraient être employées pour d'autres genres de communications, même échangées à l'*intérieur* du territoire d'un Etat, qu'à la condition qu'il n'en résulte aucune gêne pour les pays voisins et les postes mobiles.

Les mesures proposées pour les postes *fixes* sont moins rigoureuses. Leurs communications n'ont pas, en général, le même caractère « indispensable » que celles des postes mobiles.

Si des gammes de longueurs d'onde leur ont bien été affectées, il n'a pas été interdit d'employer ces mêmes ondes pour d'autres services de régime intérieur.

***

Il avait été question d'établir des réglementations plus précises et plus restrictives, en ne se contentant pas de répartir les ondes en gammes affectées à divers genres de communications, mais en donnant aux divers États, dans chaque genre de communications, un droit de priorité, limité d'ailleurs à certaines parties du monde et portant sur des bandes d'ondes.

Ce droit de priorité, accordé pour une période d'une dizaine d'années, par exemple, aurait été renouvelé ou non par les conférences internationales.

Les droits de priorité seraient accordés en se basant sur la population, l'étendue et l'importance des colonies, le commerce, etc...

On établirait ainsi des coefficients de répartition, d'après lesquels chaque Etat recevrait un certain nombre de bandes d'ondes.

Cette réglementation paraît prématurée, trop restrictive et dangereuse pour le progrès et le développement des communications.

Elle semble n'avoir aucune chance d'être admise par les États de moyenne ou petite importance, qui trouvent dans la télégraphie sans

fil un moyen de se libérer des câbles trop coûteux pour eux, et qui seraient placés dans une situation défavorable.

En faisant publier par le Bureau international la liste des caractéristiques des stations existantes ou en projet, en imposant à tous les exploitants, comme cela est prévu d'ailleurs, l'obligation de prendre, suivant les progrès de la technique, les dispositifs les meilleurs pour ne pas gêner les communications, en fixant de très larges catégories de longueurs d'onde suivant les divers besoins, on réalise une réglementation actuellement suffisante pour limiter les perturbations dans la mesure du possible, et l'on ménage l'avenir.

On n'entrave aucun progrès. On ne restreint pas les droits de souveraineté des Etats.

C'est pour ces raisons que le Gouvernement français n'a pas ratifié les propositions qui furent formulées à Washington dans cet ordre d'idées.

* * *

A côté de cette attribution de droits de priorité aux divers Etats, à côté de la réglementation fixant les bandes de longueurs d'ondes affectées aux divers genres des radiocommunications, il fut question également d'imposer des règles très impératives pour le choix des longueurs d'ondes en fonction des distances à franchir.

Cette disposition est également prématurée. La technique des exploitations radioélectriques n'est pas suffisamment assise pour que l'on puisse prendre, dans ce domaine, des décisions de ce genre.

Le Gouvernement français n'a pas accepté non plus les projets de réglementations présentées à ce sujet, et l'on doit dire que le Comité technique interallié, qui a siégé en France en 1921, abandonnant la première formule, est déjà revenu à une réglementation plus large et plus souple, se rapprochant considérablement des propositions françaises.

Nous pensons qu'actuellement (et les nombreuses expériences faites de tous côtés sur l'emploi des ondes très courtes, jusqu'alors dédaignées, ne font que confirmer cette manière de voir) les discussions à ouvrir sur une réglementation restrictive des longueurs d'ondes sont prématurées, qu'on risque de créer des situations de fait contre lesquelles on ne pourra plus réagir, et qu'elles seront un obstacle à la libre utilisation des progrès de la radiotechnique.

Dans quelques années seulement, on peut espérer disposer d'une expérience suffisante pour déterminer dans quel sens doivent être orientées les réglementations des ondes. Pour le moment, on ne doit

adopter que des solutions provisoires, tenant compte des besoins immédiats, et suffisamment larges pour réserver l'avenir.

***

D'ailleurs, les projets de réglementation restrictive avaient une autre conséquence indirecte. Leur complexité dans l'application nécessitait d'autres moyens que ceux dont disposent les Unions internationales, comme l'Union télégraphique. Et, logiquement, ceux qui avaient soutenu ces projets durent proposer également l'organisation d'une sorte de police internationale des ondes et des radiocommunications.

On suggéra la création d'un Conseil universel permanent comprenant des représentants des Etats-Unis, de la France, de la Grande-Bretagne, de l'Italie et du Japon, et quatre autres délégués pour l'ensemble des autres pays.

Ce Conseil, assisté d'un Bureau et d'un Comité technique, devait donner des avis sur tous les problèmes concernant la télégraphie sans fil.

Ses pouvoirs administratifs *et exécutifs* devaient être définis par la Conférence internationale. Il constituait un conseiller technique, susceptible, toutefois, de prendre l'initiative de donner des avis lorsqu'il le jugerait nécessaire.

Mais, ou bien cet organisme serait agissant, constituant au-dessus des exploitants des radiocommunications un véritable Comité directeur, en fait irresponsable, ce qui est dangereux pour des services en pleine évolution, ou bien il se renfermerait dans des besognes administratives, et il ajouterait aux rouages intérieurs un nouveau rouage très lent, mais que l'on serait néanmoins tenu de faire jouer.

Dans ce domaine également, les nombreux Etats de seconde importance, pour qui la télégraphie sans fil a été libératrice dans le domaine des communications, verraient avec méfiance se constituer au-dessus d'eux un tel Conseil de tutelle.

La création de cet organisme est prématurée.

On ne saurait en fixer rationnellement les attributions, dans la période de développement et d'évolutions incessantes que traversent la radioélectricité et l'art des radiocommunications.

On a suggéré de donner une légère extension aux attributions du Bureau *télégraphique* international, qui fonctionne actuellement à Berne, et qui s'occupe d'ailleurs des radiocommunications des postes mobiles. Il suffit que ce Bureau international puisse fournir des statistiques complètes, donner aux exploitants tous les renseigne-

ments dont ils ont besoin, pour leur permettre de réaliser leurs radiocommunications dans les meilleures conditions possibles.

C'est cette dernière disposition, la seule utile, la seule logique, qui a été admise par le Gouvernement français. Nous croyons savoir d'ailleurs que, dans plusieurs pays étrangers, on a abandonné complètement l'idée du Conseil universel, qui fut soulevée à Washington.

Pour le moment, ce sont les conférences internationales périodiques, elles-mêmes, qui feront l'office de Conseil universel.

Leurs convocations sont, en temps normal, suffisamment rapprochées (tous les cinq ans) pour qu'elles soient toujours à même de transformer les réglementations suffisamment à temps suivant les progrès techniques, lesquels doivent être accompagnés d'ailleurs d'une pratique assez longue avant l'établissement de règles d'exploitation précises.

VI

Les services unilatéraux soulèvent un problème complexe.

Lorsqu'un poste transmetteur, par exemple, envoie des nouvelles destinées à divers correspondants avec lesquels il a conclu une entente, d'autres correspondants peuvent recevoir en même temps ces nouvelles, et les utiliser pour en tirer profit, sans avoir néanmoins conclu aucun contrat avec le poste émetteur.

Une telle manière de faire est évidemment injuste.

Il est inadmissible qu'une station réceptrice quelconque puisse tirer profit, sans rémunération, d'une émission qui est indiscutablement, à notre avis, la propriété de celui qui l'effectue.

C'est dans cet esprit qu'à Washington, comme suite à une proposition du Gouvernement français, a été admise la disposition suivante, qui fait l'objet de l'article XLVI, concernant les radiotélégrammes de presse.

« Les Etats contractants ont la faculté de prendre entre eux des dispositions, en vue d'organiser et d'autoriser des services de presse spéciaux à heures fixes pour la transmission et la réception de messages par télégraphie sans fil, soit de stations mobiles, soit de stations fixes. Ces services peuvent comporter des taxes spéciales devant être perçues, soit sur la station d'arrivée, ou sur l'office sur le territoire duquel les stations fixes sont situées, suivant arrangement entre les offices intéressés.

« Ces taxes sont fixées sous la forme de redevances, dont le montant et la durée sont déterminés par l'Etat sur le territoire duquel les stations émettrices sont situées.



« Chaque Etat contractant prendra les mesures qu'il jugera praticables en vue de s'assurer que, seules, les stations qui ont consenti à payer de telles redevances feront usage des renseignements en question.

« Ces renseignements seront mis à la disposition, sur un même pied d'égalité, de tous les expéditeurs et de toutes les stations réceptrices, pourvu que les taxes appropriées soient payées. »

Ces mesures sont justes. Chaque pays s'engage, en somme, à interdire l'usage des émissions des services unilatéraux aux stations qui ne paient pas de redevances aux postes émetteurs.

La radiophonie a élargi le problème.

A côté d'informations, les postes émetteurs transmettent des conférences, des concerts.

Il ne paraît guère possible d'interdire aux postes récepteurs qui ne paieront pas de redevances de recevoir ces concerts ou ces conférences. Mais on peut justement, et suivant les dispositions de l'article que nous venons de voir, leur interdire d'en tirer profit, par exemple par des auditions en salles publiques, sans entente avec le poste émetteur, propriétaire de l'émission. Cette propriété de l'émission est analogue à la propriété artistique et les postes émetteurs peuvent demander des redevances, suivant les principes généraux d'après lesquels les Sociétés d'auteurs ou compositeurs de musique perçoivent des droits.

VII

La Conférence internationale de l'heure et la Conférence internationale sur la sauvegarde de la vie humaine en mer n'ont traité de la télégraphie sans fil qu'incidemment, en envisageant, soit ses applications scientifiques, soit les services qu'elle était susceptible de rendre pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, ou la facilité de la navigation.

La Conférence radiotélégraphique de Londres en 1922 s'était déjà préoccupée des applications de la radiotélégraphie, à la météorologie et à la sécurité de la navigation, mais son rôle avait été forcément modeste.

Conférence purement télégraphique, chargée de réglementations techniques ou commerciales, elle ne pouvait édicter des dispositions d'ordre général, qui nécessitaient la collaboration de représentants des diverses marines, des compagnies de navigation, des météorologues, etc...

Nous avons vu néanmoins que, pour les cas de détresse, il avait été établi des règles d'une grande importance, donnant en quelque sorte la propriété de l'éther au navire en danger, et obligeant les stations réceptrices à répondre aux appels de détresse, à leur donner suite et fixant, d'autre part, les règles à utiliser pour les demandes de secours.

Au point de vue météorologique, un commencement de réglementation avait été également établi, pour faciliter la centralisation des renseignements météorologiques et leur retransmission aux intéressés.

La Conférence sur la sauvegarde de la vie humaine en mer se préoccupa de compléter la Conférence de Londres, et posa tout d'abord le principe de l'obligation, pour un très grand nombre de navires, d'avoir une installation radiotélégraphique complète, émettrice et réceptrice.

L'organisation complète des secours comporte trois sortes de questions :

1° Il faut que celui qui est en détresse puisse appeler ;

2° Il faut que son appel soit reçu par la majorité de ceux qui sont susceptibles de lui être utiles ;

3° Il faut que ceux qui reçoivent l'appel soient tenus de porter secours.

Pour les deux premières questions, une solution idéale consiste évidemment à imposer à tous les navires :

1° D'avoir des installations radiotélégraphiques d'une portée suffisante et de caractéristiques appropriées (onde, genre d'émission, etc.);

2° De disposer des moyens nécessaires pour que ces installations radiotélégraphiques soient, à toute heure du jour et de la nuit, en état de recevoir des signaux de détresse et de répondre à ces signaux, d'où nécessité d'avoir un personnel suffisant pour un service permanent.

Cette solution entraîne, pour les Compagnies de navigation, des charges importantes. Aussi, a-t-on dû se contenter d'imposer la télégraphie sans fil aux navires les plus importants, et de réduire la durée quotidienne de l'écoute suivant l'importance du navire, sa vitesse, c'est-à-dire suivant sa faculté plus ou moins grande à porter secours.

Les règlements établis dans les principaux pays, à la suite de la Conférence sur la sauvegarde de la vie humaine en mer, sont très rapprochés les uns des autres. Chacun s'est efforcé, évidemment, de ne pas mettre sa marine, par des charges plus grandes, en état d'infériorité sur les autres. En France, les postes émetteurs et récepteurs sont imposés à tous les navires d'au moins 2 000 tonneaux, ou embar-

quant cinquante personnes ou plus, équipage compris, ou ayant à bord plus de douze passagers (décret du 6 avril 1923). Les navires de moins de 2000 tonneaux et de plus de 500 tonneaux, embarquant moins de cinquante personnes, ou ayant à bord douze passagers au maximum, ne sont tenus que d'avoir des appareils récepteurs.

Ne sont tenus d'assurer un service *permanent* que les navires aménagés pour avoir à bord vingt-cinq passagers ou plus, s'ils ont une vitesse moyenne de 15 nœuds ou plus ; ou si, ayant une vitesse moyenne supérieure à 13 nœuds, ils ont à bord deux cents passagers ou plus et s'ils effectuent au cours de leur voyage une traversée de 50 milles entre deux escales consécutives.

En ce qui concerne l'obligation, pour les navires, d'avoir des postes émetteurs et récepteurs, peut-être pourrait-on envisager des mesures un peu plus sévères et abaisser la limite de 2000 tonneaux à 1500 tonneaux; ou même moins.

En ce qui concerne l'obligation de l'écoute, qui constitue, par suite du personnel nombreux nécessaire, une grande charge pour les Compagnies de navigation, mais qui est aussi très importante au point de vue de la Sauvegarde de la vie humaine en mer, peut-être pourrait-on reprendre une question qui fut examinée à Londres en 1913, au sujet de l'utilisation des récepteurs munis d'un système *automatique* pour recevoir le signal de détresse.

Des appareils de ce genre ont été étudiés dans plusieurs pays.

Si la question n'est pas suffisamment au point pour que des règles impératives soient posées, l'emploi de tels appareils pourrait être envisagé sur les navires munis de postes émetteurs de télégraphie sans fil et non astreints à un service permanent pendant les heures où le règlement ne les oblige pas à faire assurer l'écoute par un *opérateur*.

Si l'appareil ne donne pas un fonctionnement absolument sûr, on obtiendrait néanmoins, de ce chef, une amélioration de la situation actuelle, puisqu'un appel de détresse, atteignant un navire aux heures où ses opérateurs ne sont pas de service, aurait néanmoins des chances d'être enregistré, grâce à l'appareil automatique.

L'opérateur, aussitôt prévenu par la sonnerie, reviendra prendre son service. La question mérite d'être posée à nouveau dès maintenant.

*
* *

Enfin, l'emploi de radiogoniomètres, c'est-à-dire d'appareils permettant de trouver la direction d'un poste émetteur, n'a pas été

soulevé en 1913. Les appareils de radiogoniométrie n'étaient pas au point à cette époque. Ils ont fait depuis de très grands progrès.

Il est facile actuellement d'installer à bord de tous les navires des radiogoniomètres, d'un prix relativement bas, permettant à ces navires de déterminer la position d'un poste émetteur, à 200 ou 300 milles, à un ou deux degrés près.

Des appareils radiogoniométriques sont en service sur un certain nombre de grands paquebots des divers pays.

Ils ont déjà rendu d'immenses services pour la navigation, permettant à des bâtiments de continuer leur marche pendant la brume, de rentrer dans les ports malgré des conditions difficiles.

Le 21 octobre 1923, dans un rapport sur son radiogoniomètre, le commandant Maurras, du paquebot *Paris*, concluait en disant :

« Ces observations montrent qu'un radiogoniomètre bien réglé sur un navire permet d'obtenir des relèvements sans aucune erreur. »

Ce rapport résultait de deux cent trente observations radiogoniométriques.

Un rapport aussi concluant a été établi par le commandant du navire hôpital *Sainte-Jeanne-d'Arc* qui, dans la brume, sur le banc de Saint-Pierre, a pu continuer sa navigation et se rendre à 600 mètres près au point où il désirait aller.

Les rapports du commandant du *Sainte-Jeanne-d'Arc* ont porté sur cinq croisières. Au cours de sa troisième croisière, le *Sainte-Jeanne-d'Arc* a pu trouver, au milieu de la brume la plus intense, le navire de guerre *la Ville-d'Ys*, pour une communication urgente.

Le 13 octobre 1923, la radiogoniométrie a évité un abordage entre le *Timgad* et le *Gouverneur-Général-Tirman*.

On doit rappeler que, dans plusieurs sinistres, les navires ont eu beaucoup de mal à trouver le navire en détresse, pour lui porter secours. Il est arrivé même qu'ayant trouvé ce navire, puis en ayant été écarté par la tempête, il s'est écoulé de nombreuses heures avant qu'ils puissent le rejoindre à nouveau.

Le radiogoniomètre permet d'empêcher les faits de ce genre.

Le 11 janvier 1920, c'est grâce à la radiogoniométrie que le *Ceylan* put retrouver l'*Afrique* en détresse, trop tard malheureusement. Il en recueillit néanmoins quelques survivants.

L'initiative prise par quelques Compagnies de navigation, dans divers pays, doit être encouragée. Elle doit devenir la règle.

Nous estimons que les appareils radiogoniométriques doivent être imposés au moins à tous les navires de la première catégorie, prévue par la Conférence sur la sauvegarde de la vie humaine en mer.

*
* *

Enfin, l'organisation radiogoniométrique à bord doit être complétée par l'organisation de postes terrestres radiogoniométriques organisés en tous pays, de façon telle qu'un poste mobile quelconque puisse en utiliser les relèvements.

*
* *

Pour compléter son œuvre, la Conférence sur la sauvegarde de la vie humaine en mer a obligé tout capitaine de navire, qui reçoit un appel de secours, *à se porter au secours du sinistré.*

Le capitaine du navire en détresse a le droit de réquisitionner, parmi tous les bâtiments qui ont répondu à son appel, celui ou ceux qu'il juge les plus aptes à lui porter secours.

VIII

En matière de sécurité, le rôle de la T. S. F. ne se limite pas au moment même du danger. Il était naturel d'utiliser le nouveau moyen de communication pour prévenir les navigateurs de tout ce qui pouvait les menacer au cours de leur voyage.

A l'organisation du signal de détresse, devait correspondre celle d'un signal dit de *sécurité*, s'imposant à tous et précédant le message avertisseur d'un cyclone ou de tout danger grave pour les navigateurs.

Les conditions d'envoi des signaux de sécurité ont été réglementées : Toutes les stations dont l'émission peut troubler la réception de ces signaux doivent faire silence pour permettre aux intéressés de les recevoir.

IX

En ce qui concerne la télégraphie sans fil, les règlements édictés par la Conférence internationale de l'Heure ont pour but de favoriser l'envoi de l'heure et des signaux météorologiques, la réception de ces signaux par des postes intéressés.

Nous n'avons pas d'observations à faire sur ces réglementations qui paraissent, en principe, satisfaisantes. Mais elles ont besoin d'être coordonnées dans leur application.

Plusieurs Commissions internationales ont revu ces questions en ces dernières années.

Il paraît nécessaire, maintenant que tous les points essentiels ont été universellement admis, qu'une nouvelle Conférence de l'Heure, de la Météorologie et de la Navigation étudie l'adaptation complète des réglementations internationales dans ce domaine.

X

Communications des aéronefs.

En ce qui concerne les aéronefs, comme en ce qui concerne les navires, deux questions se posent pour assurer leur sécurité.

Il faut que leurs postes de T. S. F. puissent correspondre avec des postes à terre, librement et sans brouillage.

Il faut qu'ils soient obligatoirement dotés de postes de T. S. F., chaque fois que leur sécurité en dépend.

La convention de Londres ne prévoit rien pour les avions. Mais tous les projets de règlement récemment établis tiennent un très grand compte de leurs besoins.

Les postes de T. S. F. d'aéronefs sont des stations mobiles. Dans les projets en question, le terme « station de bord » qui, dans la Convention et le Règlement de 1912, ne s'appliquait qu'aux stations de navires, a été remplacé par le terme « Station mobile »; de cette manière, les aéronefs doivent, d'après ces projets, bénéficier de tous les avantages qui étaient acquis aux stations de navires. En fait, ces avantages leur sont dès maintenant conférés par la plupart des pays.

Par ailleurs, l'aéronef est plus sujet aux accidents que le navire, il craint plus les changements de temps, et il a besoin d'un service d'avertissement météorologique très bien organisé. Nous reviendrons sur l'organisation de ce service météorologique. Si bien ordonnés qu'ils soient, ses résultats ne seront efficaces que si les renseignements peuvent être envoyés fréquemment aux aéronefs pendant leur vol. On en est venu ainsi à envisager la possibilité d'établir des stations à terre faisant un service spécial pour les aéronefs et on les a autorisées à avoir d'autres ondes que celles prévues pour les postes mobiles en général.

Toutefois, ces longueurs d'onde doivent être précisées, afin qu'en

un point quelconque du globe, l'aéronef puisse trouver des correspondants avec qui son poste de T. S. F. lui permette de causer.

Enfin, il a été prévu que les stations spéciales aux aéronefs seraient en liaison étroite avec les stations communiquant avec les navires, ou bien seraient équipées pour communiquer avec eux, afin que, par leur intermédiaire, les navires et aéronefs puissent communiquer en cas de danger.

Toutes ces dispositions sont prévues dans les projets établis.

On pourrait peut-être aller plus loin dans cette voie et imposer aux divers États l'obligation d'avoir un certain nombre de stations capables de répondre aux aéronefs. La question a déjà été discutée pour les navires. Elle avait été résolue négativement : il semble donc bien difficile de faire plus facilement admettre ce principe pour les aéronefs.

En ce qui concerne l'obligation, pour les avions, d'avoir la T. S. F. à bord, la Convention internationale de navigation aérienne prévoit que :

« Tout aéronef affecté à un transport public et susceptible de recevoir au moins dix personnes, devra être muni d'appareils de télégraphie sans fil (émission et réception), lorsque les modalités d'emploi de ces appareils auront été déterminées par la Commission internationale de navigation aérienne.

Cette Commission pourra ultérieurement étendre l'obligation du port d'appareils de télégraphie sans fil à toutes autres catégories d'aéronefs, dans les conditions, et suivant les modalités qu'elle déterminera. »

La dite Commission a usé de ses pouvoirs, et, par une décision récente, a précisé que les aéronefs seraient tenus d'avoir un appareil de radiocommunication, quand ils parcourent plus de 160 kilomètres sans escale, ou quand ils survolent la mer plus de 25 kilomètres.

Les aéronefs sont divisés en deux catégories :

a) Ceux qui sont susceptibles de recevoir moins de dix personnes, équipage compris ;

b) Ceux qui sont susceptibles de recevoir dix personnes, équipage compris ou plus.

Dès maintenant, les aéronefs de la catégorie *b* sont tenus d'avoir un appareil de radiocommunication. A partir du 1er janvier 1926, cet appareil sera normalement un appareil de radiotélégraphie mis en œuvre par un spécialiste et non par le pilote.

Les aéronefs de la catégorie *a* seront simplement tenus, à partir du 1er janvier 1926, d'avoir un appareil de radiocommunication qui pourra

être, à leur choix, un appareil de radiotélégraphie ou radiotéléphonie.

En outre, « les postes de radiocommunication (à terre ou à bord) destinés à la navigation aérienne devraient transmettre et recevoir uniquement les messages nécessaires pour assurer la régularité du service aérien et la sécurité des aéronefs. Les messages de sécurité seront transmis en priorité. Cette règle est applicable aux communications entre aérodromes et aux communications entre les postes à terre et les aéronefs. »

XI

Organisation des communications météorologiques.

Les rédacteurs de la Convention internationale de navigation aérienne avaient tellement bien compris l'importance capitale des renseignements météorologiques qu'une annexe de cette convention prévoit une organisation détaillée d'informations régulières, définissant comment ces informations doivent être centralisées et divulguées sans préjuger des moyens à employer.

En 1919, une conférence internationale de météorologie, réunie à Paris, a nommé une commission de télégraphie météorologique qui s'est réunie à Londres en 1920. Elle avait à son programme l'organisation internationale de la transmission de télégrammes météorologiques par T. S. F.

Elle a effectivement prévu une organisation entre les grandes puissances européennes, qui a été réalisée et fonctionne actuellement.

Elle a effleuré la question de la transmission de renseignements météorologiques par les bateaux. Certains pays cherchent à l'organiser. Mais elle n'est pas considérée comme obligatoire.

XII

Liaison nécessaire entre les divers organes internationaux qui traitent les questions intéressant la sécurité de la navigation.

Comme il est apparu dans tous les exposés qui ont été faits, les dispositions intéressant la sécurité de la navigation maritime ou aérienne se trouvent dans cinq documents différents :

La Convention radiotélégraphique;

La Convention sur la sauvegarde de la vie humaine en mer;

La Convention internationale de navigation aérienne;

Les rapports du Bureau international de l'heure;

Les rapports de la Commission de télégraphie météorologique.

Il en résulte des lacunes qui seraient à combler. Ainsi, la question de l'aide mutuelle que peuvent se porter les navires et les aéronefs est très mal définie. Évidemment, le cas de détresse est prévu, mais c'est le seul.

Un navire ou un aéronef qui rencontrent du mauvais temps ne devraient-ils pas être tenus d'en prévenir par T. S. F. tous les aéronefs et tous les navires qui peuvent le recevoir? Il faudrait alors définir sous quelle forme le télégramme serait rédigé, avec quelle onde il serait transmis. Questions de radiotélégraphie, de météorologie, de sécurité de la navigation maritime et aérienne.

Pourquoi, de même, un navire ou un aéronef muni d'un radiogoniomètre ne serait-il pas tenu d'envoyer son relèvement à tout navire ou aéronef qui le lui demanderait? Question commune à la radiotélégraphie, à la sécurité de la navigation maritime et aérienne.

Il serait intéressant d'obtenir une réunion simultanée au même endroit des cinq conférences internationales qui traitent de ces sujets. Si c'est trop demander, et si la réunion prochaine d'une conférence internationale de télégraphie et de radiotélégraphie ne permet pas d'y adjoindre les quatre autres, peut-être pourrait-on demander que celles-ci se réunissent six mois ou un an après elle dans un même endroit.

XIII

VŒUX

I

La réunion d'une Conférence internationale, revisant et complétant à la fois les conventions télégraphique et radiotélégraphique, dont l'étude ne peut être séparée sans graves inconvénients, s'impose dans le plus bref délai.

Le problème des communications électriques, par fil ou sans fil, constituant un ensemble complexe, dont les éléments doivent être étroitement coordonnés, il est désirable qu'une seule convention fixe les principes de l'organisation générale de ces communications, dont les réglementations de détail feraient l'objet d'annexes, correspondant aux divers moyens de communication utilisés.

Étant donné la grande durée des travaux à prévoir, il paraît nécessaire que la Conférence soit réunie en Europe.



2

La réunion simultanée, au même endroit, des conférences suivantes :

Conférence internationale sur la sauvegarde de la vie humaine en mer.

Comité international de navigation aérienne.

Commission internationale de télégraphie météorologique.

Commission internationale de l'heure.

3

Étant donné l'importance économique des problèmes à résoudre, la diversité des intérêts en jeu, il serait bon que les délégations de chaque pays, au lieu d'être composées uniquement, comme dans les conférences télégraphiques ordinaires, de *fonctionnaires* des administrations, comportent des représentants des principaux groupements intéressés.

Le précédent des conférences télégraphiques ne saurait être invoqué, ces conférences n'ayant eu à traiter, depuis longtemps, que des questions de détail.

Par contre, d'autres conférences, comme celle de la Sauvegarde de la vie humaine en mer, comprenaient des armateurs, des constructeurs, des membres de Chambres de commerce, etc...

A la Conférence radiotélégraphique de Londres, la délégation des États-Unis comprenait d'ailleurs des délégués du Commerce.

4

Dans le domaine des longueurs d'onde, il importe, pour le moment, de se contenter de réglementations provisoires, très souples, très libérales, et de réduire au strict minimum les affectations exclusives de longueurs d'onde à certains services.

La radioélectricité et ses applications aux radiocommunications sont en évolution trop rapide pour qu'il soit possible d'établir actuellement des règlements stricts, sans risquer d'entraver le progrès et le développement des radiocommunications.

Les divers États doivent, par l'intermédiaire du Bureau international de Berne, se communiquer tous les renseignements possibles sur les stations existantes ou en projet, sur les trafics qu'elles assurent ou doivent assurer, afin de permettre à ceux qui préparent de

nouvelles radiocommunications de tenir compte, dans la plus grande mesure possible, des organisations existantes ou en projet, auxquelles ils doivent s'efforcer de n'apporter aucune perturbation.

Les projets de Réglementation internationale qui ont été établis par le Gouvernement français, en écartant du projet établi à Washington en 1920, et revisé en 1921, les dispositions trop restrictives ou prématurées, telles que l'organisation d'un Conseil universel permanent, paraissent répondre entièrement aux observations qui viennent d'être formulées, et doivent être recommandés.

5

Étant donné la diffusion des ondes à la surface du globe, les divers États doivent s'efforcer de n'utiliser que les systèmes les plus modernes, afin d'écouler leur trafic dans les conditions apportant le moins de gène possible aux autres trafics.

Les stations réceptrices affectées aux services internationaux doivent être des stations utilisant des systèmes aussi dirigés que possible.

6

Il est désirable que soient adoptées en tous pays les dispositions des articles 4 et 23 du Projet de convention établi à Washington, qui permettent le libre développement des radiocommunications, sans que des objections contre l'emploi des radiocommunications puissent être formulées, du fait du « secret des correspondances », ou du fait que les ondes franchissent le territoire d'autres pays que les pays en correspondance.

7

Il est désirable que les dispositions de l'article XLVI du Règlement de Washington soient étendues aux transmissions radiophoniques d'informations, de conférences, de concerts, pour qu'une station réceptrice ne puisse utiliser, pour en tirer un profit commercial, des émissions qui ne lui sont pas destinées, sans entente préalable avec le poste émetteur propriétaire de ses émissions.

8

Il est désirable que les réglementations prises en divers pays, à la suite de la Conférence sur la sauvegarde de la vie humaine en mer de 1913-1914, soient uniformisées et rendues plus sévères.

Une nouvelle conférence internationale devrait être réunie à cet effet.

Il serait désirable, en particulier :

1° Que l'obligation d'être munis de postes radiotélégraphiques émetteurs et récepteurs soit étendue à tous les navires de plus de 1 000 tonneaux;

2° Que tous les bateaux se livrant à la grande pêche sur les bancs de Terre-Neuve, etc..., soient tenus d'avoir à bord une installation transmettrice et réceptrice de T. S. F., de petite portée, leur permettant de demander du secours aux navires stationnaires, hôpitaux ou autres;

3° Que tous les navires, rangés dans la première catégorie déterminée par la Conférence internationale sur la sauvegarde de la vie humaine en mer, soient tenus de posséder une installation radiogoniométrique, tant au point de vue de la facilité de la navigation, qu'au point de vue de la sécurité de la vie humaine;

4° Que tous les pays conduisent l'organisation de leurs postes radiogoniométriques terrestres, pour qu'un poste mobile quelconque puisse obtenir son relèvement d'un poste radiogoniométrique terrestre quelconque;

5° Que les pays cherchent à développer par tous les moyens (gouvernement et initiative privée contrôlée par les gouvernements) l'application de la T. S. F. à la centralisation et à la diffusion des renseignements météorologiques;

6° Que le Comité international de T. S. F. agisse auprès des gouvernements et des clubs de radiotélégraphistes pour obtenir l'installation du plus grand nombre possible de stations destinées à assurer la sécurité de la navigation maritime et aérienne.

9

Il est désirable qu'une nouvelle conférence internationale coordonne le plus tôt possible les réglementations concernant les signaux horaires, les signaux météorologiques, et la navigation maritime et aérienne.

BRENOT, FRANCK et MIHURA.



CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Nouvelle catégorie de membres associés.

A la suite des modifications aux statuts votés par l'Assemblée générale du 9 juillet, de nombreuses demandes de renseignements nous sont parvenues, ainsi que des demandes d'adhésion comme membre associé.

La nouvelle revue paraîtra en fin d'année et d'ici là toutes les indications nécessaires seront données en temps opportun par la voie de *l'Onde Électrique* ou adressées directement aux intéressés.

Nous prions donc les lecteurs de *l'Onde Électrique* de vouloir bien attendre ces renseignements pour faciliter le service du secrétariat en évitant une correspondance inutile sur un sujet dont tous les détails ne sont pas encore réglés.

Cours du Conservatoire des arts et métiers.

Les cours de 1924 ont pris fin le 10 juillet. 152 élèves s'étaient fait inscrire aux travaux pratiques et 68 d'entre eux ont demandé à subir les examens qui ont eu lieu le 21 et le 24. Voici les résultats de ces examens :

24 candidats ont obtenu le brevet de radiotélégraphiste :

MM. Jacques de Boisferon, Adrien Jung, Émile Delaye, Lucien Faucon, Karrel Wybrands, Henri Haulitzky, Maxime Gerbaldi, Gilbert Bougaud, Benoît Larinier, Jacques Piron, Robert Serrell, Albert Bourguignon, Maurice Dorange, Pierre Maillochon, Jean Brustlein, Georges Trinquesse, Philippe Cohen, Henri Devinoy, René Mersier, René Lami, André Mallet, Pierre Massias, François Girardet, Marcel Allibert.

4 candidats sont ajournés à la session d'octobre pour l'épreuve de lecture au son :

MM. Antonin Bonnefoi, Daniel Meuret, Hubert Tardy, Paul Tinet.

11 candidats sont ajournés à la session d'octobre pour l'examen théorique :

MM. Maurice Binet, Botrel, Henri Briard, Maurice Charpentier, Baptiste Chosson, Julien Desrumeaux, Charles Kletz, Michel Lebrun, Roger Petit, Henri Retout, Si Ying Hi.

7 candidats sont ajournés à la session d'octobre pour l'épreuve de lecture au son et l'examen théorique :

MM. Nicolas Antonoft, Albert Biron, Pierre Bouchoux, Roger Paul, Louis Perrault, Paul Rebut, Paul Riche.

Nous rappelons que les cours professés sont en cours d'édition; trois fascicules ont déjà paru :

Eléments d'électrotechnique générale, par MM. Chaumat et Lefrand;

Principes généraux de la radiotélégraphie, par le commandant Metz;

Mesures, Radiogoniométrie et propagation des ondes, par M. Mesny.

Les souscriptions à l'ensemble du cours sont reçues directement par l'éditeur M. Chiron, 40, rue de Seine, qui fera connaître à nos membres les conditions tout à fait spéciales qui leur sont réservées.

UNION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE (U. R. S. I.)

Nous avons publié dans le numéro de juillet, page 384, les renseignements relatifs aux études entreprises sur les phénomènes d'évanouissement avec le concours de l'Administration des P. T. T. Voici quelques renseignements complémentaires sur l'utilisation de la méthode du téléphone shunté :

La méthode du téléphone shunté se prête très difficilement à des mesures quantitatives. Il importe tout d'abord de remarquer que pour déterminer la relation entre le courant traversant le téléphone et la différence de potentiel aux bornes de l'ensemble shunt téléphone, il faudrait connaître exactement l'impédance du récepteur téléphonique. Or celle-ci est très variable en fonction de la fréquence, elle dépend même jusqu'à un certain point de la période propre du téléphone employé. Cette impédance est donc très difficile à connaître.

Il importe en outre de remarquer que lorsqu'une différence de potentiel alternative est appliquée aux bornes d'un circuit comportant un système détecteur et un système récepteur (téléphone shunté) la différence de potentiel aux bornes du circuit récepteur est une fonction de l'impédance du système récepteur mais aussi de celle du système détecteur. Ainsi dans la méthode du téléphone shunté pour déduire la force électromotrice induite dans le circuit de récep-

tion de l'intensité du courant dans l'écouteur, il faudrait connaître non seulement l'impédance du téléphone et de son shunt, mais tenir compte des résistances équivalentes des systèmes amplificateurs et détecteurs qui lui sont associés.

Si la méthode du téléphone shunté a permis à quelques expérimentateurs comme Austin d'obtenir des résultats quantitatifs assez exacts, ce n'est qu'au prix de grandes précautions et presque uniquement par l'emploi de méthodes de comparaison. Mais, si cette méthode se prête mal à des mesures quantitatives, elle est excellente et d'un emploi commode pour des appréciations qualitatives.

Si la valeur du champ électrique au point de réception diminue, il faut de toute nécessité augmenter, pour entendre, la valeur de la résistance qui shunte le téléphone.

Or, le problème posé par le Comité français de Radiotélégraphie scientifique ne comporte pas *jusqu'à nouvel ordre* de mesures quantitatives. Il s'agit purement et simplement de mettre en évidence des affaiblissements qui souvent se manifestent par une disparition complète des signaux.

L'emploi de la méthode du téléphone shunté comporte en outre une autre difficulté. L'oreille est certainement susceptible de présenter une sensibilité variable et de s'accommoder à l'amplitude du son qu'elle doit percevoir. C'est ainsi qu'en prêtant attention pour employer une expression commune, on arrive à percevoir un son faible qu'on n'entendait pas tout d'abord.

Il importe donc d'opérer très vite, de façon à ne pas laisser le temps aux réflexes physiologiques d'agir.

Le mode opératoire que nous recommandons est donc le suivant :

Constituer une résistance à deux manettes, l'une permettant de faire varier la résistance par bonds de 5 ohms, de 5 à 100 ohms, l'autre permettant de faire varier par bonds de 100 ohms et même de couper.

Placer le téléphone (écouteurs de 2000 ohms) avec cette résistance en dérivation aux bornes du secondaire d'un transformateur basse fréquence (rapport de transformation 1) dont le primaire est intercalé dans le circuit plaque de la dernière lampe amplificatrice. Au début des expériences assujettir une fois pour toutes les écouteurs sur sa tête et ne plus y toucher.

Agir pendant la période d'observation sur les manettes de façon à se placer juste au-dessous de la limite d'audibilité. (Prendre pour criterium d'audibilité, le moment où on ne distingue plus les traits et les points.) Comme nous l'avons dit, opérer très vite, c'est-à-dire se baser sur la première impression auditive.

Remarque : Il a été dit plus haut qu'il convenait de se maintenir à la limite d'audibilité. La recherche de cette limite demandant un certain temps, il ne sera pas évidemment possible de s'y maintenir pour tous les signaux.

Nous allons concrétiser par un exemple la manière dont il convient d'opérer.

Supposons qu'à un moment donné, on soit au minimum d'audibilité pour la lettre D et qu'on constate immédiatement après une disparition ou un affaiblissement très notable des signaux transmis. On agit sur le shunt, de façon à se retrouver à la limite d'audibilité. Si ce résultat est atteint au moment où passe la lettre J, on inscrira pour tous les signaux intermédiaires entre D et J la valeur du shunt obtenu pour la lettre J.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Émissions sur ondes courtes du Poste de la Tour Eiffel

Programme
pour les mois d'août et septembre 1924

Lundi	Mardi	Vendredi	Samedi	λ
25 août	26	29	30	75 mètres
1 sept	2	5	6	115 »
8	9	12	13	115 »
15	16	19	20	75 »
22	23	26	27	75 »

Heures T. M. G.		Heures T. M. G.		Émission à caractéristique
de 05 h 30	à 05 h 33	de 15 h 20	à 15 h 23	a
05 h 34	05 h 37	15 h 24	15 h 27	b
05 h 38	05 h 41	15 h 28	15 h 31	c
05 h 42	05 h 45	15 h 32	15 h 35	d
05 h 46	05 h 49	21 h 20	21 h 23	a
05 h 50	05 h 53	21 h 24	21 h 27	b
05 h 54	05 h 56	21 h 28	21 h 31	c
05 h 57	05 h 60	21 h 32	21 h 35	d

Le texte suivant sera passé en manipulation *très lente* et sera suivi de traits de quelques secondes pour mesures à l'écouteur shunté.

« vvv de FL - FL - 115 mètres
- émission a, b, c ou d ».

Prière de nous signaler particulièrement l'intensité relative de chaque émission ainsi que les circonstances atmosphériques.

Donner autant que possible les coefficients d'intensité suivant le code ci-dessous :

R 1 = signaux illisibles.
R 2 = lisible très difficilement.
R 3 = faible mais lisible.
R 4 = signaux lisibles.
R 5 = lisible confortablement.
R 6 = très lisible, assez fort.
R 7 = signaux forts.
R 8 = signaux trop forts.
R 9 = haut parleur.

Adresser les renseignements au chef du Centre radiotélégraphique de Paris, poste de la Tour Eiffel.

N. B. — Indépendamment de ces



émissions, le poste FL transmet *chaque jour* aux heures TMG :

04 h 00 14 h 20 23 h 00

des bulletins météorologiques à destination de l'Amérique ($\lambda = 115$ mètres.)

Errata à l'« Étude expérimentale de quelques procédés de détection ».

P. 348, 8e ligne à partir du bas, lire $\frac{1}{10^8 \omega}$ au lieu de $\frac{1}{108 \omega}$

P. 354, fig. 16 — lire $R = 2000 \omega$ au lieu de $R = 20000 \omega$.

P. 359, dernière ligne — après les mots troisième lampe seule, ajouter « en ».

P. 359, fig. 22 — lire « courbure plaque » au lieu de « courbure grille ».

Examen d'aptitude à l'emploi de radiotélégraphiste de bord. — Une session d'examen aura lieu les 7 et 8 octobre 1924 à Marseille. Les candidats se réuniront à l'École de Navigation maritime, 47, rue des Princes. Ils devront être munis de papier, porte-plume, plumes et encre. L'examen commencera à 14 heures.

Les dossiers complets et réguliers des candidats devront être adressés avant le 29 septembre 1924 au Service de la Télégraphie sans fil, 5, rue Froidevaux, Paris (14e). Passé ce délai, les déclarations de candidature ne seront plus acceptées.

Les candidats qui se sont présentés aux examens antérieurs et dont les dossiers sont en instance au Service de la Télégraphie sans fil transmettront simplement leurs demandes dument établies sur papier timbré à 2 fr. 40 en rappelant que les autres pièces ont été adressées antérieurement et en complétant le cas échéant leur dossier conformément à l'art. 8 du 16 novembre 1923.

Tous les candidats indiqueront, de plus, la classe du certificat auquel ils prétendent (1re, 2e A, 2e B).

Brigade de télégraphistes. — Les jeunes gens du deuxième contingent de la classe 1924 qui désirent faire leur service militaire dans un corps de troupe de sapeurs télégraphistes doivent adresser une demande au colonel commandant la brigade de télégraphistes, 51 *bis*, boulevard Latour-Maubourg, Paris.

Il est extrêmement important de prendre note que les demandes d'incorporations doivent parvenir à l'adresse ci-dessus avant le 9 septembre. Celles reçues après cette date ne pourront être prises en considération qu'à titre tout à fait exceptionnel.

Les régiments et bataillons de sapeurs télégraphistes sont les suivants :

8e Génie (Tours, Mont-Valérien, Toulouse) ;
18e Génie (Nancy, Lille, Grenoble);
41e bataillon, à Rabat (Maroc) ;
42e et 44e bataillons, à l'Armée du Rhin;
43e bataillon à l'Armée du Levant;
45e bataillon à Alger (Hussein Dey).

Le recrutement a seul qualité pour affecter les futurs sapeurs à l'un ou à l'autre de ces corps de troupe. En principe, l'affectation a lieu suivant les mêmes règles que l'envoi aux théâtres d'opérations extérieurs :

Les jeunes gens qui n'ont pas de motifs spéciaux pour être affectés à proximité de leur résidence (jeunes gens mariés, jeunes gens particulièrement bien classés aux épreuves du B. P. M. E.) sont envoyés d'autant plus loin de cette résidence qu'ils ont moins de frères ou de sœurs.

Par exception, le 43e bataillon (Levant) n'incorpore pas directement de jeunes soldats. Les désignations pour ce bataillon sont faites uniquement d'après le tour de départ aux théâtres d'opérations extérieurs.

L'Esperanto et la T. S. F. — Le Comité directeur de l'Union française de T. S. F. s'est récemment réuni sous la présidence de M. Louis Lumière, l'un de ses vice-présidents, et, suivant son ordre du jour, a examiné la ques-

tion d'une langue auxiliaire pour la T. S. F.

Après lecture de l'exposé que M. Daniel Berthelot, membre de l'Institut, président de l'Union française de T. S. F., avait tenu à adresser de sa chambre de convalescent, le général Sébert, membre de l'Institut, exposa son point de vue, d'ailleurs identique à celui du Président, et rappela le vœu exprimé et signé par de nombreux membres de l'Académie des Sciences.

Après diverses observations échangées entre le Dr. Foveau de Courmelles, MM. Louis Lumière, Serf. Général Sébert, Savarit, le Comité approuva les conclusions présentées, *décida à l'unanimité de réclamer l'Esperanto comme langue auxiliaire de la T. S. F.*, et chargea son Secrétaire général de préparer un projet de vœu dans ce sens.

A propos de la langue internationale auxiliaire. — Le Radio-club de Saint-Omer et environs, réuni en assemblée générale le 6 juin 1924, en son Siège social, à la Chambre de Commerce sous la présidence de M. Robert Breton, ingénieur,

Considérant :

1. — Que la radiophonie est un lien qui unit les amateurs de toutes les nations entre eux;

2. — Que ce lien rencontre un obstacle dans la diversité des langues en usage dans les différents pays.

3. — Que cet obstacle ne sera vaincu que lorsque toutes les nations, d'un commun accord, auront officiellement adopté un langage universel appris et compris facilement par tous;

4. — Que de toutes les langues internationales en usage actuellement, l'Esperanto est la plus répandue et est très facile à apprendre par les amateurs de toutes nationalités:

Emet les vœux suivants :

1. — Que tous les groupes d'amateurs en France et en Belgique, soucieux d'une solution rapide et simple de cette importante question, s'unissent pour obtenir des grandes Sociétés françaises d'amateurs dont ils sont les filiales, qu'elles prennent la direction du mouvement esperantiste et qu'elles le fassent aboutir.

2. — Que toutes les grandes stations radiophoniques françaises et étrangères consacrent une émission hebdomadaire à une leçon ou à une application d'Esperanto et qu'en particulier elles fassent suivre chaque titre de partition par sa traduction en Esperanto.

3. — Que les Pouvoirs publics compétents abrogent le décret interdisant l'enseignement de l'Esperanto dans les écoles de l'Etat français,

Et passe à l'ordre du jour.

Exposition-Concours de T. S. F. et d'Electricité, organisée par l'Association des Petits Fabricants et Inventeurs Français.

Règlement

Une Exposition-Concours d'appareils de T. S. F. et d'Electricité aura lieu à Paris, au Champ-de-Mars, pour une partie, du vendredi 5 septembre au dimanche 5 octobre inclus, et pour l'autre partie du vendredi 19 septembre au dimanche 5 octobre inclus.

Cette Exposition-Concours comprendra tous appareils, pièces manufacturées ou matières premières utilisées ou pouvant être utilisées pour la production, la transmission, la réception et l'utilisation des ondes électriques, télégraphie, téléphonie, télémécanique, etc...

Electricité générale dans ses applications à la moyenne, à la petite industrie et aux usages domestiques.

Conditions d'admission. — Pour être admis à l'Exposition-Concours, les exposants devront :

1° Justifier de la nationalité française ou être nés dans une des Colonies ou Pays de protectorat.

Les Sociétés en nom collectif devront justifier de la nationalité des personnes en nom.

Les Sociétés anonymes devront justifier du titre de la Société Française ainsi qu'il est défini par la loi.

2° Présenter des appareils ou objets ou pièces manufactures, fabriqués en

France, dans les Colonies et Pays de Protectorat ou des matières premières ayant la même origine.

Les dessins, maquettes et modèles sont également acceptés au concours.

Droits d'inscription. — Les droits d'inscription au Concours sont les suivants pour un seul modèle présenté :

1° Pour les exposants sociétaires inscrits avant le 1er janvier 1924 : huit francs (8 frs);

2° Pour les autres exposants : vingt-cinq francs (25 frs).

Par modèle supplémentaire :

1° Pour les sociétaires inscrits avant le 1er janvier 1924 : deux francs (2 frs);

2° Pour les autres exposants : cinq francs (5 francs).

Les prix ci-dessus comprennent l'installation du comptoir drapé nécessaire à la présentation des objets et pour un maximum d'encombrement de un mètre linéaire. Pour tout mètre ou fraction du mètre supplémentaire, il sera perçu un supplément de dix francs pour les exposants sociétaires et de vingt-cinq francs pour les exposants non sociétaires.

Les emplacements formant stands seront concédés aux prix de :

1° Pour les sociétaires inscrits avant le 1er janvier 1924 : cinquante francs par mètre superficiel;

2° Pour les autres exposants : cent francs du mètre superficiel.

Ces droits d'emplacement comprennent : la participation au Concours ainsi que l'agencement comprenant comptoir garni de la longueur du stand (déduction faite de l'entrée), plancher, tapis toile forte, surface murale, tenture d'étoffe et enseigne.

Les agencements spéciaux tels que tapis Avignon, gradins, chaises, fauteuils, bureaux, vitrines, potelets, cordelières, etc..., sont comptés en supplément.

Toutes les garnitures d'étoffes faites par les exposants doivent être de même teinte que celle de l'agencement général.

Fourniture du courant. — Les exposants devront se pourvoir eux-mêmes du courant nécessaire à l'alimentation de leurs postes de réception. Une liste des exposants de piles accumulateurs qui mettraient des appareils à leur disposition lui sera communiquée en temps opportun.

En ce qui concerne l'Exposition de T. S. F., les appareils pour charge d'accumulateurs, soupapes, vibreurs, groupes, etc., pourront être seuls raccordés aux canalisations générales électriques. Leur fonctionnement sera interdit pendant les heures d'audition des concerts, les exposants desdits appareils devront s'entendre directement avec l'entrepreneur chargé de l'installation électrique générale et sans que l'administration ait à intervenir. Les prix de bases d'installations leur seront communiqués sur leur demande, mais seulement à titre de renseignement.

L'usage des prises sur canalisations électriques ou des antennes est absolument interdit, même si ces dernières ne se trouvent que dans la limite du stand de l'exposant.

Collecteurs d'ondes - Hauts parleurs. — Les cadres servant aux démonstrations d'écoute ne devront pas avoir une periphérie supérieure à 4 mètres (cadre carré de 1 m. × 1 m au maximum, soit 1 mètre de superficie).

Afin d'éviter toute gêne mutuelle, MM. les Exposants sont priés de ne pas faire de recherches de postes au cours des auditions.

Les ventilateurs, groupes convertisseurs, vibreurs pour charge d'accus devront être arrêtés pendant le cours des auditions.

L'emploi des appareils haut parleurs est interdit dans les halls de démonstrations des postes de réception. Les exposants présentant des appareils haut parleurs devront s'entendre avec le Comité qui leur désignera les emplacements réservés à leur fonctionnement.

Jury. — Les membres du jury ne pourront être ni exposants, ni intéressés commercialement à l'exploitation des appareils qu'ils auront à juger. Il sera constitué un jury composé par des techniciens faisant autorité et des constructeurs appartenant à des industries ayant des analogies

avec la construction d'appareils de T. S. F., tels que les instruments de précision, téléphonie à fil, constructions générales électriques, photographie, etc...; un certain nombre de membres du jury seront choisis par les concurrents sur une liste de constructeurs classés hors concours et qui leur sera soumise lors de la présentation de leurs appareils; les concurrents auront droit de récusation.

Les jurés auront à juger :

1° Du soin apporté à la construction.

Dans le cas d'appareils commerciaux, ils pourront faire choix chez l'exposant même du ou des appareils qu'ils désirent examiner;

2° Des simplifications apportées dans le montage;

3° Des facilités données pour des transformations ou modifications éventuelles;

4° Des idées nouvelles ou perfectionnements apportés et de leur valeur relative;

5° De la valeur marchande pour des appareils donnant des résultats identiques.

En aucun cas, le jury ne tiendra compte de l'ancienneté ou de la valeur commerciale des maisons ayant exposé ni des récompenses qui auraient pu être obtenues par ces maisons dans d'autres expositions ou concours précédents.

MM. les Exposants sont invités :

1° Dans le cas où ils présenteraient des générateurs d'électricité tels que piles, accumulateurs, etc..., à les faire préalablement expérimenter par un laboratoire officiel de façon à pouvoir soumettre les courbes d'essais à l'exament du jury;

2° Dans le cas où ils présenteraient des résistances, à remettre au Comité d'organisation, dans les trois jours de l'exposition, une série d'échantillons enfermés dans une boite fermée et étanche. Toutes ces résistances seront remises au jury qui fera lui-même procéder par un laboratoire officiel à l'examen de leurs qualités électriques.

Des feuilles spéciales pour présentation des appareils seront remises aux exposants dès l'ouverture de l'Exposition.

Chaque exposant indiquera sur une feuille générale la liste des appareils présentés, le jury pouvant demander d'examiner un ou plusieurs de ces appareils et une feuille spéciale sur laquelle l'exposant indiquera l'appareil sur lequel il désire attirer l'attention du jury d'une façon plus particulière.

Les exposants ne pourront en aucune façon, soit par pancartes, affiches, distributions de prospectus, faire de publicité pour des maisons ne participant pas à l'Exposition.

Aucune distribution d'imprimés, prospectus, vente de journaux ne peut être faite dans l'enceinte de l'Exposition sans l'assentiment du Comité d'organisation.

Ce règlement complète le Règlement général concernant le 22e Concours Lépine.

Pour inscriptions ou renseignements s'adresser à l'Association des Petits Fabricants et Inventeurs Français, 151, rue du Temple, Paris (Téléphone : Archives 20-82).

Dissolution du Club des 8. — A la suite d'une convocation générale de tous les membres du *Club des « 8 »*, les décisions suivantes ont été prises à l'unanimité :

1° Le *Club des « 8 »* est dissous;

2° Les fonds restant en caisse seront répartis entre tous les Membres ayant fait partie du Club au prorata des versements qu'ils auront effectués.

LES DÉTECTEURS GÉNÉRATEURS

Par M. VINOGRADOW, *ingénieur E. S. E.*

De très intéressantes recherches, récemment entreprises par un expérimentateur russe, M. Lossew, ont démontré que le détecteur à cristal, non seulement peut servir de détecteur et de redresseur de courant haute fréquence, mais que, sous certaines conditions, il peut servir également comme générateur d'oscillations entretenues.

Dans l'étude ci-dessous, nous déterminerons les conditions de fonctionnement d'un détecteur générateur et ses applications possibles [1].

Un détecteur, ordinairement, est formé d'une part par une pointe métallique et d'autre part par un cristal approprié. Prenons un cristal de zincite et une pointe métallique, et appliquons une différence de potentiel entre la pointe métallique et le cristal. Nous aurons un certain courant i traversant le point de contact. La surface du contact peut être rendue aussi petite que possible et le contact peut avoir une résistance R considérable. Il est évident que la chute de tension Ri dans ces conditions peut être notable et être en même temps appliquée sur un espace très restreint.

Traçons la caractéristique d'un détecteur à zincite travaillant dans les conditions exposées ci-dessus, en portant en abscisse le courant et en ordonnée la différence de potentiel au contact.

A mesure que le courant i augmente, la différence de potentiel E croît, suivant une ligne à peu près droite (fig. 1). L'écart vers la droite de la partie oi_0 de la courbe par rapport à la ligne droite peut s'expliquer par les décharges électroniques entre la pointe et les parties voisines du cristal. La chute de tension à travers le détecteur augmente jusqu'au point i_0. Arrivée à ce point, la chute de tension devient suffisante pour provoquer une décharge électronique tellement considérable que la tension à travers le détecteur diminue brusquement. La caractéristique devient tombante et la branche i_0x montre qu'à ce moment le détecteur présente une résistance négative. Les différents points du cristal donnent d'ailleurs des caractéristiques un peu différentes les unes des autres.

Considérant la caractéristique donnée par la figure 1 comme carac-

---

[1] Les articles originaux de M. Lossew ont été publiés dans la revue russe de T. S. F. : *Télégraphie et téléphonie sans fil*, n° 15, 18, 21, 22.



téristique moyenne, caractéristique-type, cherchons à quelle loi est soumise cette décharge brusque, correspondant à la partie tombante de la caractéristique.

La figure 2 donne l'image agrandie de la pointe et du cristal.

Le schéma électrique correspondant à la figure 2 est donné par la

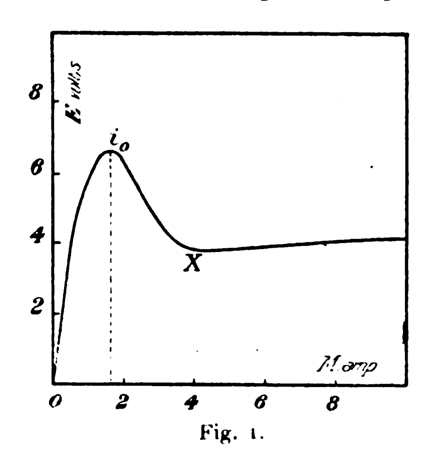


Fig. 1.

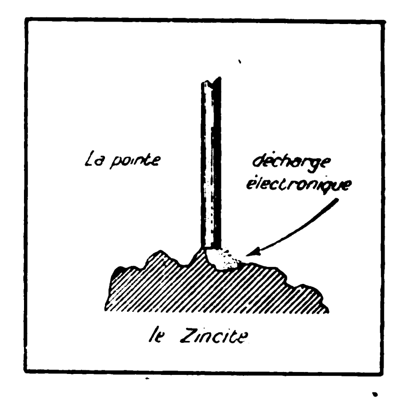


Fig. 2.

figure 3. Ici : r correspond à la résistance de la zincite même; R donne la résistance du point de contact; E la tension aux bornes du détecteur; e, la tension à travers le contact même; i est le courant traver-

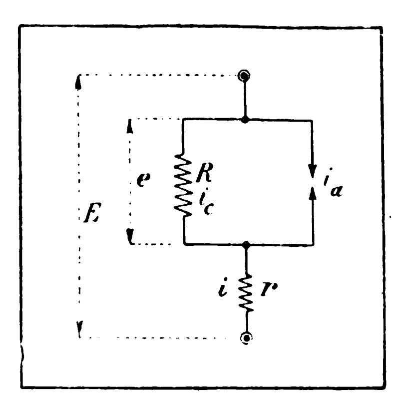


Fig. 3.

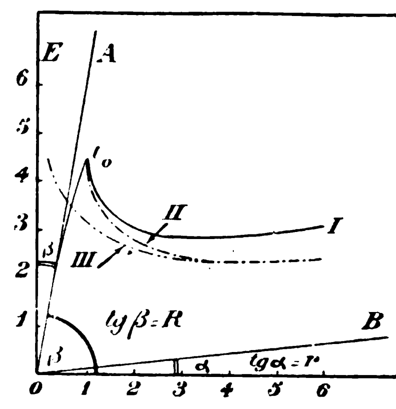


Fig. 4.

sant le détecteur; i_c le courant dévié par le contact et enfin i_a le courant transporté par la décharge électronique.

Observant le schéma 3, nous voyons que la différence de potentiel e existant sur le contact même, est moindre que la différence de

potentiel E, que nous avons portée en ordonnée sur notre caractéristique. En réalité,

(1) $$e = E - ri$$

La courbe I de la figure 4 représente notre caractéristique-type.

Traçons la droite OB formant l'angle α avec l'axe des abscisses, de telle façon que $tg\,\alpha = r$. Cette droite nous donne la chute de tension dans l'épaisseur du cristal pour les différentes valeurs du courant i.

Diminuons les valeurs des ordonnées de la courbe I, de la valeur de la chute de tension dans l'épaisseur du cristal. Soit la courbe II, cette nouvelle courbe. Si la courbe I était la caractéristique du détecteur entier, la courbe II nous donne la chute de tension à travers le contact même en fonction du courant qui le parcourt. Ce courant est la somme de deux courants :

1° du courant passant par le contact : i_c ;

2° du courant de décharge qui lui est parallèle : i_a.

Mais ce qui nous intéresse, c'est le rapport existant entre la tension e à travers le contact et le courant de décharge i_a provoqué par la dite tension.

Nous avons dit que la courbe I dans la partie montante oi_0 suit sensiblement la loi d'Ohm, en déviant plus ou moins vers la droite dans sa partie supérieure. Il est évident qu'au commencement, quand le courant i est très faible et la chute de tension e minime, les décharges électroniques sont nulles. La chute de tension e est provoquée, à ce moment, par la résistance de contact proprement dite, donc suit la loi rectiligne. C'est seulement plus tard, à mesure que la tension e augmente, que les courants de décharge se forment et font dévier la caractéristique vers la droite, en shuntant en partie la résistance de contact.

Par conséquent, si nous traçons au point O la tangente OA à la partie oi_0 de la courbe I, cette tangente formera avec l'axe des abscisses l'angle β dont la tangente sera égale à la résistance propre du contact R

$$tg\,\beta = R$$

La droite OA nous donne le courant qui est dévié par le contact même, pour les diverses valeurs de tension e. Par conséquent, si nous diminuons les abscisses de la courbe II des valeurs des abscisses de la droite OA, nous trouverons une nouvelle courbe III, qui, cette fois, nous donnera la relation cherchée entre la tension e, régnant entre les bornes du contact et le courant de décharge i_a.

En analysant plusieurs courbes analogues, nous constatons que le courant de décharge i_a est lié à la tension e par la relation suivante :

(2) $$e = a + \frac{b}{i_a}$$

où a et b sont des constantes.

Connaissant la loi de décharge, cherchons maintenant l'expression mathématique correspondant à la caractéristique I. Reprenons les notations de la figure 3.

Nous avons

(3) $$i = i_a + \frac{e}{R}$$

d'où d'après (2)

(4) $$i = i_a + \frac{a + \frac{b}{i_a}}{R}$$

ou

(5) $$Ri - Ri_a = a + \frac{b}{i_a}$$

et enfin

$$R i_a^2 + (a - Ri) i_a + b = 0$$

ce qui donne :

(6) $$i_a = \frac{Ri - a \pm \sqrt{(a - iR)^2 - 4Rb}}{2R}$$

mais de (5) et de (2) on tire :

$$Ri - Ri_a = e$$

d'où

(7) $$e = \frac{Ri + a \mp \sqrt{(a - iR)^2 - 4Rb}}{2}$$

D'autre part, l'équation (1) donne :

$$E = e + ri$$

il vient donc :

(8) $$E = \frac{Ri + a \pm \sqrt{(a - iR)^2 - 4Rb}}{2} + ir$$

La courbe correspondante à l'expression (8) est tracée sur la figure 5. L'expression (8) donne, comme nous voyons, deux solutions pour chaque valeur du courant i. Mais il est évident que la branche ascendante i_0D ne peut pas exister en réalité, car, à ce moment, le courant de décharge existe et ramène la tension à la valeur donnée par la branche inférieure de la courbe.

Admettons que nous suivions notre caractéristique en diminuant le courant i. A mesure que le courant s'approche de la valeur io, la résistance négative de l'ensemble devient de plus en plus grande. Il

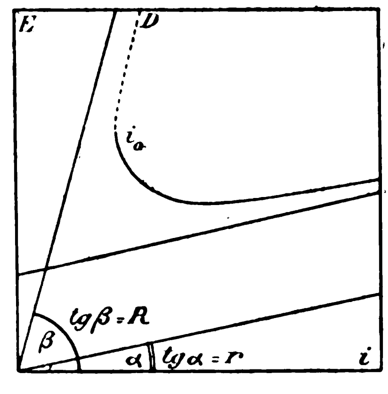


Fig. 5.

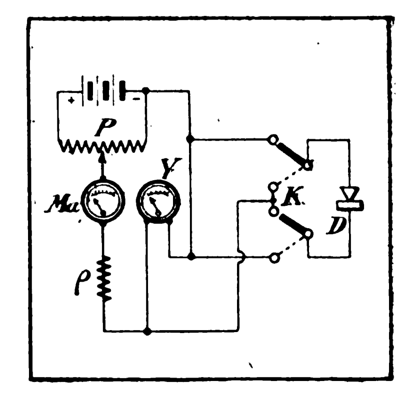


Fig. 6.

est évident que le fonctionnement stable de la décharge ne peut pas dépasser le point où la résistance négative du détecteur devient, en valeur absolue, égale à la résistance positive du circuit d'alimentation.

Donc, si nous voulons faire fonctionner notre détecteur sur un point ayant une grande résistance négative, nous devons insérer dans notre ligne d'alimentation une résistance assez élevée, que nous appelons la « résistance d'équilibre ». Cette résistance est indiquée par ρ sur la figure 6. Cette figure donne le schéma général de l'installation qui a servi pour relever les caractéristiques.

Tous les points de cristal ne donnent pas une caractéristique identique à la caractéristique-type que nous avons étudiée et qui est donnée par la courbe (1) sur la figure 7. Certains points donnent parfois des caractéristiques avec la partie supérieure plus ou moins effacée, comme il est indiqué par la courbe 2 de la même figure. Les points donnant les caractéristiques d'aspect I peuvent être appelés : « bons » ; ceux donnant les caractéristiques d'aspect II sont de « mauvais » points. Ceci posé, expliquons comment fonctionnent les points que nous venons d'appeler bons.

Prenons la caractéristique I de la figure 7. A mesure que nous augmentons le courant i qui passe par le contact, nous augmentons la chute de tension E à travers ce contact, car,

$$E = R\,i + r\,i \text{ sensiblement}$$

ou

$$E = (R + r)\,i$$

r, résistance du cristal même, peut d'ailleurs, dans ce cas, être considérée comme négligeable.

Une légère déviation de la courbe vers la droite par rapport à la ligne OA est, on le sait, provoquée par la dérivation électronique ia en parallèle avec le contact. En réalité, la différence de potentiel E est égale :

$$E = R(i - ia) + ri = (R + r)i - Ri_a$$

Continuons à augmenter le courant i. La différence de potentiel E croît également en suivant la partie montante de la caractéristique. A

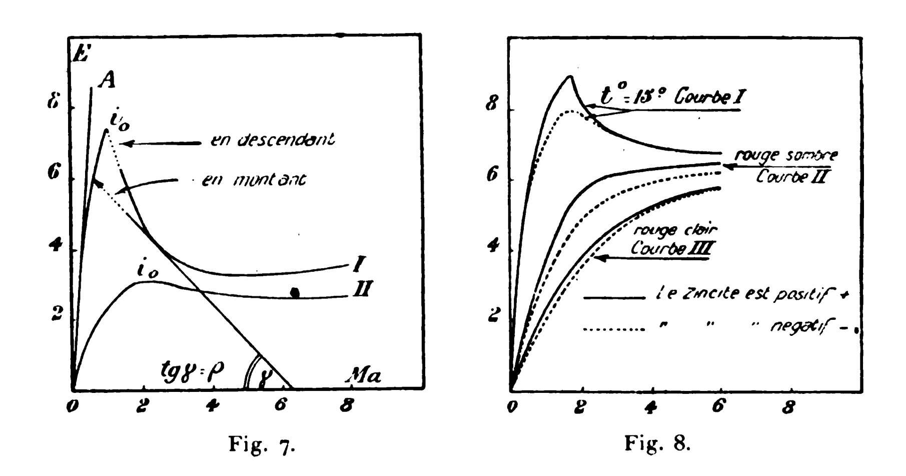


Fig. 7.

Fig. 8.

un moment donné, cette différence de potentiel devient suffisamment grande pour provoquer la décharge brusque régie par la loi :

$$e = a + \frac{b}{i_a}$$

A ce moment, la tension baisse brusquement et glisse le long de la branche descendante jusqu'à l'endroit où la résistance négative devient égale à la résistance d'équilibre ρ, autrement dit, jusqu'au point où la tangente de l'angle γ [angle que la tangente à la courbe forme avec l'axe des abscisses] devient égale à ρ :

$$tg\gamma = \rho$$

En procédant dans le sens contraire, c'est-à-dire en diminuant le courant, nous verrons les choses se passer dans le sens inverse.

La décharge brusque s'arrêtera au moment où

$$tg\gamma = \rho.$$

La valeur de la différence de potentiel va glisser à ce moment le

long de la tangente et va rejoindre la partie montante de la caractéristique pour descendre vers le zéro.

Les mauvais points diffèrent des bons par le fait que la décharge électrique, accompagnant la partie montante, est plus prononcée et se transforme en décharge brusque non instantanément comme dans le cas précédent mais progressivement et sans sauts apparents.

Il est évident que dans ce cas (courbe II, fig. 7) la partie de la courbe avec la résistance négative sera très petite ou même absente. Là est la différence entre les bons et les mauvais points.

Tels points sont bons qui présentent sous certaines conditions une grande résistance négative. Il faudra pour obtenir un fonctionnement satisfaisant avoir à la fois une grande résistance d'équilibre, et un point qui soit bon.

Il est intéressant de signaler que les points « bons » à la température normale de 15° deviennent de plus en plus mauvais à mesure que l'on chauffe l'endroit du contact. Les courbes I, II et III (fig. 8) ont été prises pour le montrer à des températures de plus en plus élevées.

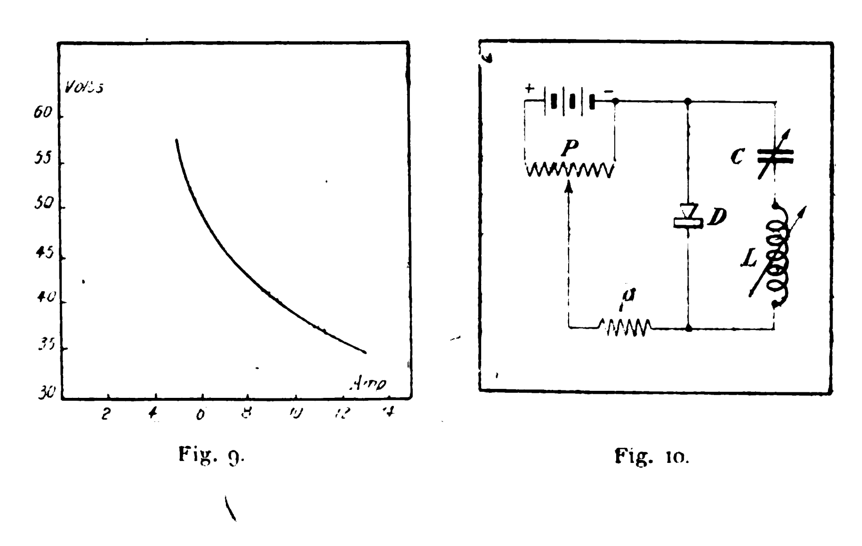


Fig. 9.

Fig. 10.

En refroidissant le contact on revient aux anciennes conditions de fonctionnement. Par contre, en noyant le contact dans une goutte d'alcool, ou d'essence, on obtient de bonnes caractéristiques avec des points reconnus antérieurement médiocres. Nous pouvons en conclure que la présence d'un milieu ionisé dans les environs du contact, empêche d'avoir une bonne caractéristique, avec une grande résistance négative. Cette ionisation est probablement favorisée quand le zincite est négatif. De fait, les courbes obtenues avec le zincite positif et la

pointe négative, sont toujours plus aiguës que les courbes obtenues dans le cas contraire.

Passons maintenant aux montages réalisés par M. Lossew en employant le détecteur à résistance négative qu'il appelle à bon droit le « détecteur générateur ».

La figure 9 donne la caractéristique de l'arc. En comparant cette caractéristique à celles d'un bon point de zincite, nous ne pouvons pas ne pas constater l'analogie qui existe entre ces deux caractéristiques. D'ailleurs la loi régissant notre décharge,

$$e = a + \frac{b}{i_a},$$

est pareille à la loi de décharge de l'arc.

Nous savons que l'arc grâce à sa caractéristique tombante engendre des oscillations entretenues dans un circuit oscillant connecté à ses bornes. Nous avons le droit de supposer que notre cristal de zincite agira de même s'il est amené au point de fonctionnement convenable, disposé sur la partie tombante de la caractéristique.

Le schéma de la figure 10 représente un montage réalisé dans ce but.

Le circuit oscillant est composé par la self L et la capacité C. En réglant le courant de façon à se trouver dans la partie tombante de la caractéristique, nous provoquerons l'apparition *d'oscillations entretenues dans le circuit L C.*

Une des conditions de fonctionnement stable du système est la nécessité d'avoir la self comparativement grande par rapport à la capacité. L'expérience nous montre que le rapport entre la valeur de la self (en centimètres) et la valeur de la capacité (en centimètres) doit avoir approximativement

$$\frac{\text{L centimètres}}{\text{C centimètres}} = \text{approximativement } 5\,500.$$

Le montage décrit peut servir comme hétérodyne séparée et permet de recevoir des oscillations entretenues sans avoir recours à des lampes ou à des tickers compliqués. Comparé à ces derniers, il a en plus l'avantage de permettre d'obtenir l'amplification due à la réception avec une source locale.

Un montage semblable peut servir également pour l'émission.

Le schéma 11 donne le montage employé par plusieurs amateurs : il a permis de réaliser des communications très stables avec une portée de 0,75 à 1,25 km.

Ce schéma peut être modifié en shuntant le contact générateur par

une capacité. Cette capacité augmente la puissance et la pureté de l'émission. Elle doit être de 1 à 2 millièmes de microfarad pour les ondes moindres que 200 mètres, de 3 à 4 millièmes pour les ondes de 200 à 2 000 mètres. Pour les longueurs d'ondes supérieures cette capacité devient nuisible.

Les longueurs d'ondes réalisées de cette manière s'étendent des fréquences musicales jusqu'aux fréquences correspondant aux ondes de quelques mètres : l'onde de 24 m 3 a par exemple été réalisée. Le schéma du montage employé est donné par la figure 12.

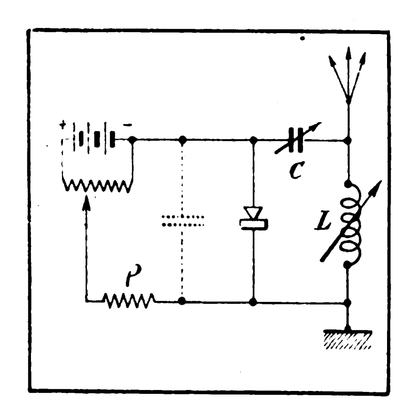


Fig. 11.

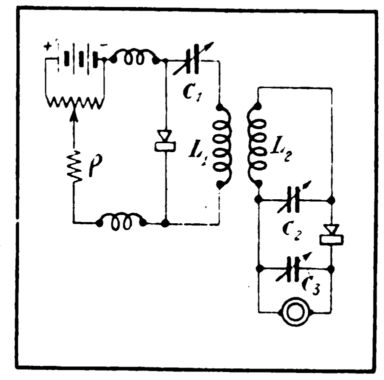


Fig. 12.

La self L_1 et la capacité C_1 forment le circuit oscillant. La self est constituée par une bobine de 5,5 centimètres de pourtour bobinée avec 7 tours de fils de cuivre de 2 millimètres. La capacité C_1 avait la valeur maximum de 0,0003 microfarad. La résistance d'équilibre était de 2 300 ohms.

Ce circuit oscillant était couplé avec le deuxième circuit, comprenant la self L_2 et la capacité C_2. La self était faite de fils de 2 millimètres sur carcasse de 5,5 centimètres de périphérie. Le condensateur C_2 avait une capacité maximum égale à 7 millièmes. D représente le détecteur ordinaire à galène. C_3 la capacité de bloquage de 0,3 millième. Le microampèremètre était connecté en série avec le détecteur D.

Le circuit L_2 C_2 était préalablement étalonné et servait d'ondemètre. L'onde la plus courte observée de cette façon a été de 24 m 30. La courbe de résonance était très aiguë. Le courant maximum dans le microampèremètre, au moment de résonance, était égal à 50 microampères.

Le grand inconvénient de l'emploi du détecteur générateur est la difficulté de trouver un bon point générateur. Cette difficulté a été tournée par l'inventeur d'une façon très élégante, en branchant aux bornes du détecteur (fig. 13) un circuit $L_2 C_2$ à la place du circuit

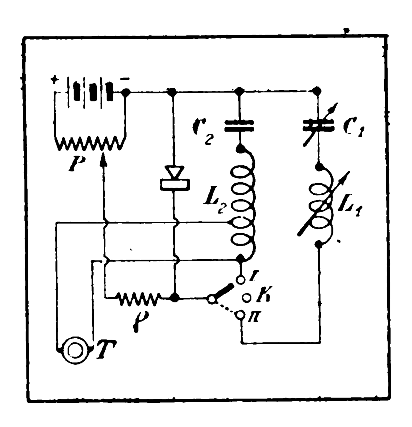


Fig. 13.

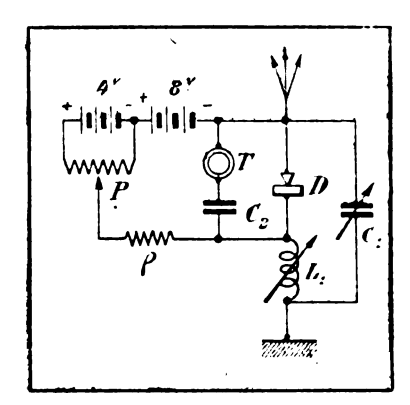


Fig. 14.

d'utilisation $L_1 C_1$. Les valeurs de L_2 et C_2 sont suffisamment grandes pour produire des oscillations d'une fréquence audible. Le téléphone T permet de s'assurer de l'existence des oscillations. Dès que l'on a ainsi trouvé le bon point et que les oscillations ont pris naissance dans le circuit $L_2 C_2$, on le déconnecte par l'intermédiaire du commutateur K et on connecte à sa place le circuit de travail $L_1 C_1$. Il est nécessaire d'éloigner suffisamment l'une de l'autre les bornes I et II du commutateur K afin d'éviter que la lame mobile touche les deux contacts en même temps. L'expérience prouve que, dans le cas contraire, les oscillations peuvent s'arrêter.

Les essais effectués par l'inventeur montrent que les conditions suivantes doivent être réalisées pour avoir la certitude de l'amorçage des oscillations après la commutation :

$$R_2 \gg R_1$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

R_1 et R_2 sont les résistances ohmiques de deux circuits.

Il reste bien entendu que la condition

$$\frac{\text{L centimètres}}{\text{C centimètres}} = 5500$$

demeure également valable.

Afin de réaliser ce dernier rapport pour tous les réglages, il est utile de lier les réglages de self et de capacité de façon à pouvoir les effectuer simultanément par la même manette.

Nous donnons ci-dessous les valeurs des divers éléments du schéma 13. L'hétérodyne construite d'après ces données permet de réaliser la gamme de longueur d'onde allant de 300 à 10 000 mètres.

$C_1 =$ 10 millièmes (maximum) microfarad.
$L_1 =$ 5 millihenrys (maximum).
$C_2 =$ 2 microfarads.
$L_2 =$ 100 millihenrys.
$S =$ 1000 ohms.
R du téléphone = 250 ohms.
R de la bobine L_2 = 50 ohms.

Des hétérodynes conformes au schéma (fig. 13) sont actuellement construites en série par les laboratoires d'Etat à Nijni-Novgorod. Les appareils sont envoyés dans les stations réceptrices de second ordre où ils permettent de recevoir les messages de Moscou envoyés en entretenues.

Nous avons étudié le détecteur générateur fonctionnant comme

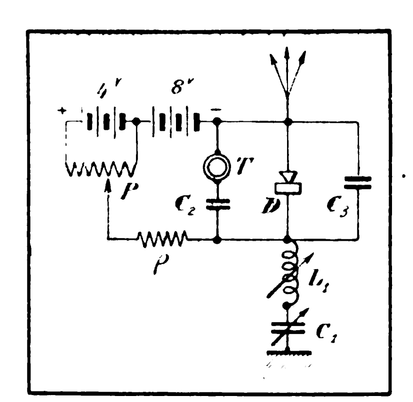


Fig. 15.

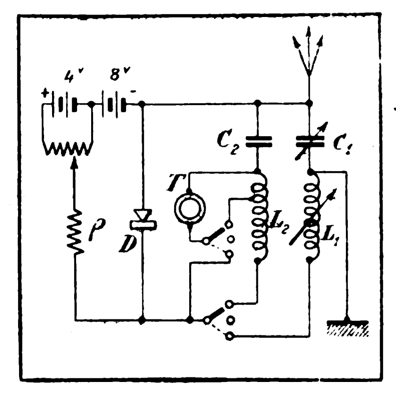


Fig. 16.

hétérodyne émetteur. Nous allons voir maintenant que le détecteur peut également travailler comme récepteur autodyne. La figure 14 nous donne le schéma où le détecteur sert en même temps comme détecteur et comme générateur.

En pratique, en variant la tension aux bornes du détecteur D par le potentiomètre P nous faisons glisser le point de travail le long de la caractéristique. De cette façon nous varions la résistance négative de

notre détecteur. Si nous choisissons cette résistance négative de sorte que sa valeur absolue soit un peu inférieure à la résistance du circuit oscillant, les oscillations entretenues ne pourront pas prendre naissance et le détecteur va servir seulement pour neutraliser la résistance du circuit oscillant. Nous voyons que le fonctionnement du système est absolument analogue à celui d'un récepteur à lampes avec réaction.

Pour les longueurs d'ondes inférieures à 1 000 mètres et pour les grandes antennes, il est préférable d'employer le schéma donné par la figure 15.

Il est bon également afin d'augmenter la stabilité de shunter le détecteur par une capacité de 3 à 4 millièmes. Le téléphone dans les deux schémas est un téléphone à faible résistance de 100 à 200 ohms. Pour terminer nous donnons le montage d'un récepteur autodyne, permettant de recevoir les émissions de 200 à 1 000 mètres et pourvu d'un circuit oscillant B. F. pour la recherche de point générateur. Les valeurs sont les mêmes que dans l exemple de l'hétérodyne.

L'intérêt théorique présenté par la découverte de M. Lossew est évident. La découverte ne date que d'hier et il est difficile de prévoir les diverses possibilités qu'elle peut nous promettre.

Nous pouvons déjà prévoir en tout cas l'intérêt commercial des appareils à détecteur générateur. Ils sont appelés à combler l'abîme qui existe actuellement entre les postes à lampes et les récepteurs à galène.

Les récepteurs à détecteur générateur étant presque aussi bon marché que les récepteurs à galène, permettront d'avoir des portées d'écoute considérables et comparables à celles des récepteurs à lampes.

Ces qualités sont suffisantes pour assurer aux appareils de ce type un large et durable succès commercial.

VINOGRADOW.

PORTÉE DES ONDES
ACTION DE L'ATMOSPHÈRE

Par M. J. GUINCHANT
Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux

Il est aujourd'hui banal de proclamer l'impuissance de la théorie à expliquer les longues portées atteintes en radiotélégraphie : le champ à grande distance est, dit-on, des milliers et des millions de fois plus grand que ne l'indique *la* théorie. On oublie qu'il y a plusieurs théories, dont les résultats ne sont pas les mêmes.

L'une d'elles, la plus ancienne, date de 1898 ; elle est due au physicien français, Blondel. L'antenne, avec son symétrique par rapport au sol, est considérée comme formant un grand oscillateur bipolaire de Hertz et on calcule les champs de cet oscillateur à distance, comme si la terre était plane. M. Blondel justifie physiquement cette hypothèse par la phrase suivante :

« La courbure de la terre intervient, mais elle ne gêne pas la propagation, d'après ce que l'on sait de la propagation des ondes le long des corps conducteurs : les ondes s'infléchissent de manière à suivre la surface. »

La formule qui donne le champ autour d'un oscillateur a été calculée par Hertz : le champ produit par une antenne en un point de la terre sera égal au champ produit par l'oscillateur en un point situé à la même distance dans son plan équatorial (1).

En admettant l'action directrice de la Terre, on pourrait même retrouver l'intensité du champ sans avoir recours à la théorie de Maxwell-Hertz : il suffit d'appliquer une ancienne formule classique (Neumann) donnant le coefficient d'induction mutuelle de deux éléments de circuits. On a remarqué bien des fois que les anciennes théories électriques donnent les mêmes résultats que la théorie de Maxwell, dans la plupart des relations où n'intervient pas la vitesse de propagation.

Le champ magnétique M produit à la distance r par une antenne de hauteur effective h émettant des ondes de longueur d'onde λ avec une intensité efficace I au pied de l'antenne, est d'après la théorie de Hertz-Blondel :

$$M = 0{,}4\,\pi \frac{h\,I}{\lambda\,r}$$

---

(1) Le calcul du champ en assimilant la surface de la terre au plan équatorial n'est probablement plus légitime à distance très grande de la surface.

Une autre formule plus récente (1918) est due au mathématicien anglais Watson. Celui-ci étudie le champ produit par un oscillateur de Hertz, en présence de la sphère terrestre.

Il faudrait étudier le champ produit par un oscillateur de Hertz *dont l'une des moitiés est constituée par la sphère terrestre,* ce qui n'est peut-être pas le même problème. Mais surtout, les calculs de Watson ne sont pas convaincants ; au cours de la démonstration, ils conduisent plusieurs fois à des expressions inextricables, qu'il faut remplacer par d'autres expressions plus simples dont le domaine de validité n'est pas fixé. Un tel procédé est souvent employé en physique ; mais les formules déduites de ces simplifications arbitraires ne sont acceptables que si l'expérience confirme les résultats théoriques.

La formule de Watson donne pour le terme principal de la série approchée représentant le champ magnétique :

$$M = \frac{0{,}2}{0{,}8033} h\,I\,(2\pi)^{\frac{10}{6}} R^{-\frac{5}{6}} \lambda^{-\frac{7}{6}} \frac{1}{\sqrt{\sin\theta}} e^{-1{,}29\left(\frac{R}{\lambda}\right)^{\frac{1}{3}}\theta}$$

R étant le rayon terrestre et θ l'angle de la verticale au point d'émission avec la verticale au point de réception.

A côté de ces théories, il existe une formule empirique, due au professeur américain Austin ; les mesures U. R. S. I., en cours depuis plus de deux ans, ont apporté une vérification très satisfaisante de cette formule. Peut-être faudrait-il augmenter un peu, doubler, par exemple, les valeurs des champs calculés ; mais c'est là une modification peu importante si l'on observe que ces champs varient souvent dans le rapport de 1 à 10 au cours d'une même journée. On ne peut, bien entendu, comparer aux résultats calculés que les moyennes d'observations très nombreuses.

Le professeur Austin a d'abord cherché à déterminer empiriquement des coefficients numériques A et a tels que le courant dans le circuit de réception soit représenté par une expression de la forme :

$$i = A\,\frac{h\,I}{\lambda\,r}\,e^{-a\frac{r}{\sqrt{\lambda}}}.$$

Barkhausen reconnut que le coefficient empirique A est pratiquement celui que fournit la formule Hertz-Blondel en tenant compte de la résistance du circuit. Austin adopte aujourd'hui (voir *Onde Electrique*, 1923, p. 504, E = 300 M) la formule empirique :

$$M = 0{,}4\,\pi\,\frac{h\,I}{\lambda\,r}\,e^{-0{,}0015\frac{r}{\sqrt{\lambda}}}.$$

Cette formule ne s'applique que dans la propagation sur mer ; le champ est notablement plus faible dans la propagation sur terre.

Les champs calculés par la formule Hertz-Blondel sont toujours un peu plus grands que les champs fournis par la formule empirique d'Austin. Au contraire, la formule de Watson donne toujours des champs beaucoup plus petits.

Puisque la formule d'Austin donne des valeurs pratiquement exactes, on doit admettre comme bonne la formule théorique qui se rapproche le plus de la formule empirique. Le tableau ci-dessous donne le rapport de la valeur théorique à la valeur empirique.

	$B = \frac{\text{valeur Blondel}}{\text{valeur Austin}}$				$W = \frac{\text{valeur Watson}}{\text{valeur Austin}}$ (*d'après M. Bouthillon*).			
	λ 4.000 m.		λ 8.000 m.		λ 12.000 m.		λ 16.000 m.	
Dist. en km.	B	W	B	W	B	W	B	W
1.000	2.1	$\frac{1}{7.1}$	1.7	$\frac{1}{5.3}$	1,5	$\frac{1}{4,3}$	1.4	$\frac{1}{4,5}$
2.000	4.4	$\frac{1}{28}$	2.9	$\frac{1}{14}$	2.4	$\frac{1}{11}$	2,1	$\frac{1}{9}$
3.000	9,5	$\frac{1}{250}$	4.9	$\frac{1}{43}$	3.7	$\frac{1}{29}$	3,1	$\frac{1}{24}$
4.000	20	$\frac{1}{600}$	8,3	$\frac{1}{140}$	5,6	$\frac{1}{81}$	4,5	$\frac{1}{62}$
5.000	42	$\frac{1}{3400}$	14.1	$\frac{1}{470}$	8,7	$\frac{1}{238}$	6,5	$\frac{1}{108}$
6.000	89	$\frac{1}{10700}$	24	$\frac{1}{1070}$	13.4	$\frac{1}{143}$	9,5	$\frac{1}{500}$

On voit immédiatement que la formule Hertz-Blondel (B) donne toujours des valeurs plus exactes que la formule Watson (W). C'est donc la première qui doit être *la* formule théorique.

Il y a plus. L'onde électromagnétique, comme tout mouvement vibratoire, doit subir une réduction d'intensité en se propageant dans un milieu matériel; nous n'utilisons les ondes que dans une mince coquille constituée par l'atmosphère, milieu hétérogène, où les variations de température, de pression, d'humidité, causent certainement un léger effet de trouble. L'expérience montre d'ailleurs qu'il se produit dans l'atmosphère des déviations et des réflexions pour des causes actuellement hypothétiques : ionisation, changement d'indice ou autres; ces modifications sur le trajet de l'onde entraînent forcément une diminution de l'intensité transmise. En tenant compte de cette réduction *certaine*, les champs calculés par les formules théoriques précédentes seront diminués : les valeurs de Hertz-Blondel se

***

Une autre formule plus récente (1918) est due au mathématicien anglais Watson. Celui-ci étudie le champ produit par un oscillateur de Hertz, en présence de la sphère terrestre.

Il faudrait étudier le champ produit par un oscillateur de Hertz *dont l'une des moitiés est constituée par la sphère terrestre,* ce qui n'est peut-être pas le même problème. Mais surtout, les calculs de Watson ne sont pas convaincants ; au cours de la démonstration, ils conduisent plusieurs fois à des expressions inextricables, qu'il faut remplacer par d'autres expressions plus simples dont le domaine de validité n'est pas fixé. Un tel procédé est souvent employé en physique ; mais les formules déduites de ces simplifications arbitraires ne sont acceptables que si l'expérience confirme les résultats théoriques.

La formule de Watson donne pour le terme principal de la série approchée représentant le champ magnétique :

$$M = \frac{0,2}{0,8033} h \, I \, (2\pi)^{\frac{10}{6}} R^{-\frac{5}{6}} \lambda^{-\frac{7}{6}} \frac{1}{\sqrt{\sin \theta}} e^{-1,29 \left(\frac{R}{\lambda}\right)^{\frac{1}{3}} \theta}$$

R étant le rayon terrestre et θ l'angle de la verticale au point d'émission avec la verticale au point de réception.

A côté de ces théories, il existe une formule empirique, due au professeur américain Austin ; les mesures U. R. S. I., en cours depuis plus de deux ans, ont apporté une vérification très satisfaisante de cette formule. Peut-être faudrait-il augmenter un peu, doubler, par exemple, les valeurs des champs calculés ; mais c'est là une modification peu importante si l'on observe que ces champs varient souvent dans le rapport de 1 à 10 au cours d'une même journée. On ne peut, bien entendu, comparer aux résultats calculés que les moyennes d'observations très nombreuses.

Le professeur Austin a d'abord cherché à déterminer empiriquement des coefficients numériques A et a tels que le courant dans le circuit de réception soit représenté par une expression de la forme :

$$i = A \frac{h \, I}{\lambda \, r} e^{-a \frac{r}{\sqrt{\lambda}}}.$$

Barkhausen reconnut que le coefficient empirique A est pratiquement celui que fournit la formule Hertz-Blondel en tenant compte de la résistance du circuit. Austin adopte aujourd'hui (voir *Onde Electrique*, 1923, p. 504, E=300 M) la formule empirique :

$$M = 0,4 \pi \frac{h \, I}{\lambda \, r} e^{-0,0015 \frac{r}{\sqrt{\lambda}}}.$$

Cette formule ne s'applique que dans la propagation sur mer ; le champ est notablement plus faible dans la propagation sur terre.

Les champs calculés par la formule Hertz-Blondel sont toujours un peu plus grands que les champs fournis par la formule empirique d'Austin. Au contraire, la formule de Watson donne toujours des champs beaucoup plus petits.

Puisque la formule d'Austin donne des valeurs pratiquement exactes, on doit admettre comme bonne la formule théorique qui se rapproche le plus de la formule empirique. Le tableau ci-dessous donne le rapport de la valeur théorique à la valeur empirique.

	$B = \frac{\text{valeur Blondel}}{\text{valeur Austin}}$				$W = \frac{\text{valeur Watson}}{\text{valeur Austin}}$ (*d'après M. Bouthillon*).			
	λ 4.000 m.		λ 8.000 m.		λ 12.000 m.		λ 16.000 m.	
Dist. en km.	B	W	B	W	B	W	B	W
1.000	2,1	$\frac{1}{7.1}$	1,7	$\frac{1}{5.3}$	1,5	$\frac{1}{4.3}$	1,4	$\frac{1}{4.5}$
2.000	4,4	$\frac{1}{28}$	2,9	$\frac{1}{14}$	2,4	$\frac{1}{11}$	2,1	$\frac{1}{9}$
3.000	9,5	$\frac{1}{250}$	4,9	$\frac{1}{43}$	3,7	$\frac{1}{29}$	3,1	$\frac{1}{24}$
4.000	20	$\frac{1}{600}$	8,3	$\frac{1}{140}$	5,6	$\frac{1}{81}$	4,5	$\frac{1}{62}$
5.000	42	$\frac{1}{3400}$	14,1	$\frac{1}{470}$	8,7	$\frac{1}{238}$	6,5	$\frac{1}{168}$
6.000	89	$\frac{1}{16700}$	24	$\frac{1}{1070}$	13,4	$\frac{1}{143}$	9,5	$\frac{1}{500}$

On voit immédiatement que la formule Hertz-Blondel (B) donne toujours des valeurs plus exactes que la formule Watson (W). C'est donc la première qui doit être *la* formule théorique.

Il y a plus. L'onde électromagnétique, comme tout mouvement vibratoire, doit subir une réduction d'intensité en se propageant dans un milieu matériel; nous n'utilisons les ondes que dans une mince coquille constituée par l'atmosphère, milieu hétérogène, où les variations de température, de pression, d'humidité, causent certainement un léger effet de trouble. L'expérience montre d'ailleurs qu'il se produit dans l'atmosphère des déviations et des réflexions pour des causes actuellement hypothétiques : ionisation, changement d'indice ou autres; ces modifications sur le trajet de l'onde entraînent forcément une diminution de l'intensité transmise. En tenant compte de cette réduction *certaine*, les champs calculés par les formules théoriques précédentes seront diminués : les valeurs de Hertz-Blondel se

rapprocheront ainsi de la valeur réelle, tandis que les valeurs de Watson s'en écarteront davantage.

Il y a plus encore. La réduction progressive d'intensité, que subit l'onde dans sa propagation, obéit à une loi très simple, si l'on peut admettre que les couches successives du milieu réduisent en moyenne dans la même proportion l'intensité de l'onde reçue par elles ($dM = K.M.\,dr$). Dans ce cas l'intensité M décroît en progression géométrique quand l'épaisseur traversée r croît en progression arithmétique. Cette loi s'exprime algébriquement par la relation :

$$\left(M = \frac{1}{a^r} M_0\right)$$

M_0 étant l'intensité sans absorption, M l'intensité avec absorption, r la distance, a un facteur qui dépend de la longueur d'onde et de la nature du milieu.

Or, cette loi de la distance est justement celle qui est introduite dans la formule empirique : les valeurs M de la formule d'Austin s'obtiennent en divisant les valeurs M_0 de la formule Hertz-Blondel par un facteur exponentiel a^r, c'est le facteur B qui a été calculé dans le tableau précédent ; il ne diffère notablement de l'unité que pour des distances très grandes, ce qui montre que l'action perturbatrice du milieu de transmission est très faible.

Ainsi la formule Hertz-Blondel est, de toutes les formules théoriques actuelles, celle qui donne les valeurs les plus exactes. Cessons donc de dire que *la* théorie n'explique pas les longues portées de la télégraphie sans fil. Disons, au contraire, que *la* théorie, celle de Hertz-Blondel, donne des portées *un peu supérieures* aux portées réelles, mais qui s'y ramènent tout naturellement en tenant compte d'une réduction relativement très faible de l'intensité à travers les milieux matériels où l'onde se propage. La réduction est un peu plus grande sur terre que sur mer par suite d'une perturbation due à la mauvaise conductibilité du sol.

La formule théorique de Watson peut aussi être ramenée à la formule d'Austin en imaginant un phénomène qui augmenterait l'intensité transmise, par exemple une réflexion des ondes sur la haute atmosphère : on peut alors choisir la forme des expressions mathématiques et la valeur numérique des coefficients de façon à retrouver les intensités observées. Ainsi modifiée, la formule de Watson cesse d'être une formule théorique et devient une formule empirique.

J. GUINCHANT.



ETUDE SUR LES IRRÉGULARITÉS DE PROPAGATION DES ONDES COURTES (1)

Par M. P. LARDRY

Membre du Bureau de Coordination des Observations scientifiques d'Amateurs (U. R. S. I.)

La propagation des ondes électromagnétiques est un des gros problèmes actuels qui passionnent les mathématico-physiciens. C'est qu'en effet les lois, en apparence simples, qui régissent l'énergie rayonnante dans un milieu homogène, se compliquent singulièrement lorsqu'il s'agit d'un milieu complexe et d'ondes de même ordre de grandeur que les obstacles disséminés dans ce milieu.

L'étude des grandes ondes se poursuit régulièrement depuis plusieurs années et est susceptible de fournir de précieuses indications sur l'atmosphère. A ma connaissance, l'étude des ondes courtes n'a jamais été entreprise d'une façon systématique et rigoureuse.

Depuis les premières expériences de Marconi, on sait que les petites ondes (j'entends de 200 à 600 mètres) se propagent mieux de nuit que de jour. L'utilisation des ondes entretenues, principalement de la téléphonie, a permis de constater des anomalies très curieuses dans la propagation, anomalies très distinctes selon qu'il s'agit d'ondes entretenues ou d'ondes amorties. Mais là s'arrêtent les observations.

Les Américains ont bien effectué un travail sur les ondes courtes, mais les résultats qu'ils en ont publié (2) sont insuffisants pour permettre de se créer une opinion et surtout pour justifier la conclusion qu'ils en tirent.

La question de l'évanouissement fait actuellement couler beaucoup d'encre. Chaque auteur présente son hypothèse, mais aucun ne donne le compte rendu de la moindre observation, si bien que toute discussion de son travail est impossible.

Depuis le mois de janvier de cette année, je poursuis presque journellement l'étude de la propagation des ondes et c'est l'ensemble des résultats obtenus jusqu'ici que je vais présenter.

---

(1) Conférence faite à la réunion du 18 juin 1924.
(2) *A study of radio signal fading*, Bureau of standards, 25 septembre 1923, *Onde électrique*, avril 1924. Analyses page 12.



*
* *

J'ai choisi jusqu'à présent une unique station d'études, car dans un phénomène aussi complexe que celui de la propagation, il semble plus sûr d'étudier d'abord complètement un cas particulier plutôt que de pêcher au milieu des résultats contradictoires accompagnant la généralité.

La station étudiée est celle des P. T. T. dont le contrôle de l'émission s'effectue facilement grâce à l'extrême bienveillance de son directeur et du personnel et d'autre part, la distance de Paris au Mans (180 kilomètres) étant faible, les conditions météorologiques le long de cette ligne sont plus faciles à connaître avec sécurité.

Les variations de réception étant très rapides ainsi que le montreront les graphiques présentés ultérieurement, il ne faut pas songer faire une mesure d'intensité de champ. Les seules méthodes qui se prêtent à l'étude de la réception sont l'appréciation du coefficient d'audibilité à l'oreille ou au téléphone shunté.

L'appréciation à l'oreille a pour elle l'avantage de la simplicité, mais elle est imprécise et surtout a l'inconvénient de très mal repré-

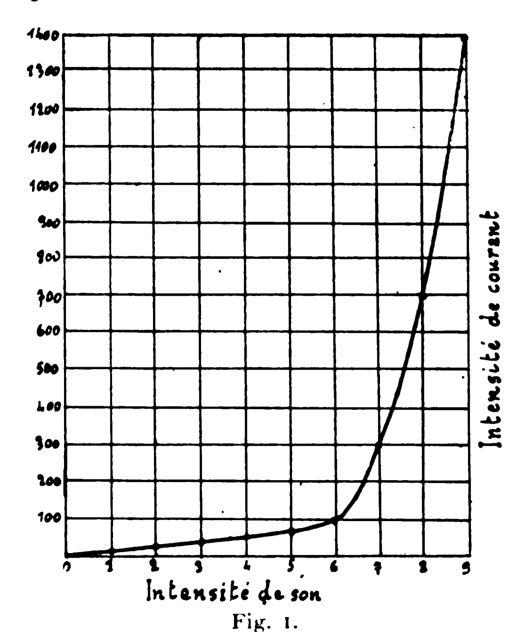


Fig. 1.

senter les variations d'intensité. Les intensités des sons rendus par le téléphone (évaluées selon l'échelle habituelle de 0 à 9) ne sont pas proportionnelles à 'amplitude du courant (fig. 1).

Voici à titre d'exemple (fig. 2) deux courbes permettant de comparer les variations de l'intensité de courant à celles de l'intensité du son perçu; leurs formes sont différentes.

A ce point de vue, le téléphone shunté donne une représentation

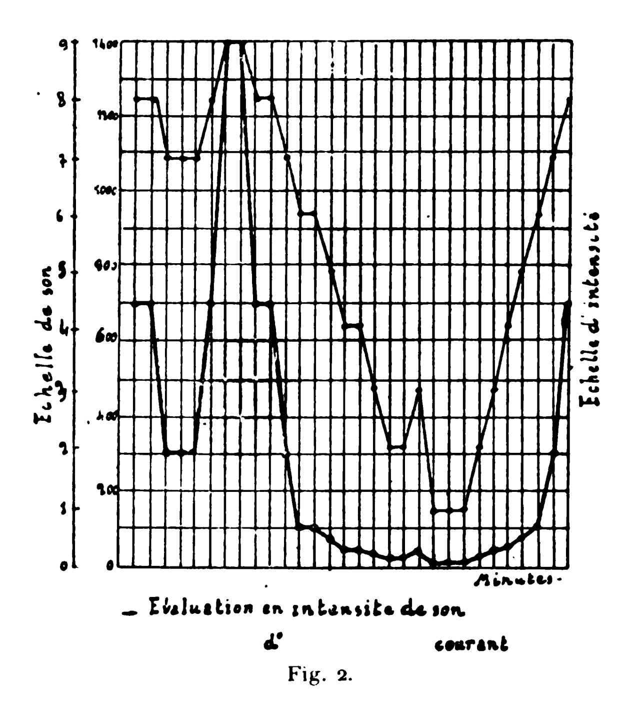


Fig. 2.

plus conforme à la réalité. Voici rapidement la discussion de son emploi :

i_0 étant l'intensité minimum nécessaire pour impressionner un téléphone d'impédance Z (fig. 3), on shunte par une résistance r réglée juste à la limite d'audibilité. *A l'extinction,* on a entre le courant i_0 et le courant total I, la relation :

$$I = \frac{Z + r}{r} i_0 = A i_0.$$

Fig. 3.

Le coefficient A appelé *facteur d'audibilité* signifie que l'intensité dans le circuit de réception est A fois plus grande que celle nécessaire à la production du son minimum perceptible.

Cette méthode, qui est une méthode de zéro, est beaucoup plus

précise que celle de l'appréciation à l'oreille, en prenant certaines précautions cependant.

La fonction A est hyperbolique (fig. 4); à de petites variations du

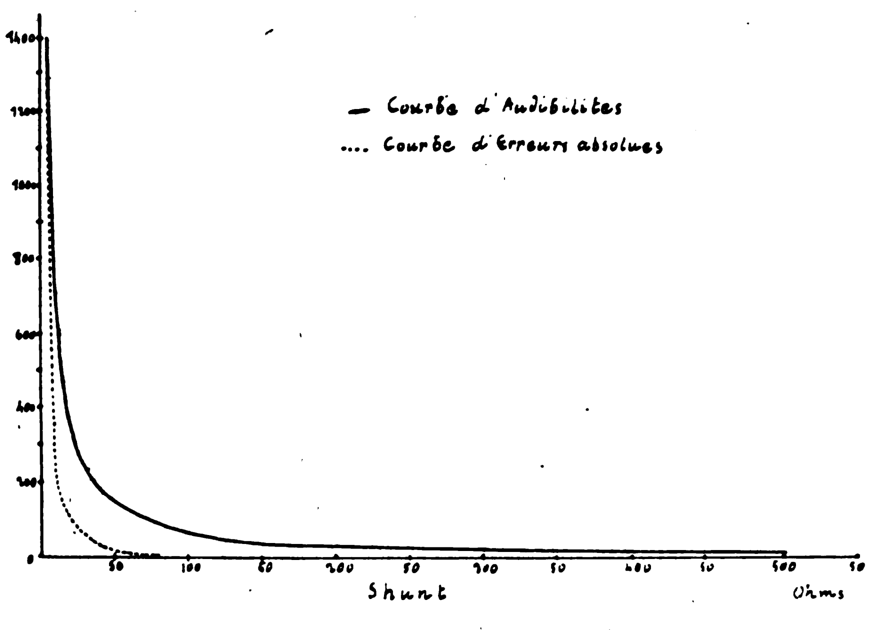


Fig. 4.

shunt, soit par défaut d'étalonnage, soit par irrégularité de l'oreille, correspondent de grandes variations d'audibilité pour r petite ou au contraire insensibles pour r grande.

La courbe d'erreurs absolues d'audibilité pour une erreur absolue constante commise sur le shunt (extinction à un plot près) présente aussi des variations très rapides pour les petites valeurs de r car :

$$dA = \frac{Z}{r^2} \qquad dr = \frac{K}{r^2}$$

On voit par là que le procédé consistant à disposer le shunt à variations par plots, de 5 en 5 ohms par exemple, est franchement mauvais pour les fortes intensités.

La cause la plus fréquente d'erreur dans les grandes intensités est la variation de sensibilité de l'oreille, qui en effet apprécie très mal une extinction suivant brusquement un son puissant. C'est pourquoi il est recommandable, dans la méthode du téléphone shunté, de manœuvrer le shunt de façon à se tenir toujours juste à la limite

d'audibilité. Comme cela l'oreille ne se fatigue pas et se maintient dans un état de même sensibilité.

Un bon procédé à ce point de vue consiste à faire varier en progression arithmétique non plus la résistance du shunt, mais l'audibilité. On calcule r par la formule (fig. 5) :

$$r = \frac{Z}{A - 1}$$

L'erreur commise sur A est alors constante pour une extinction

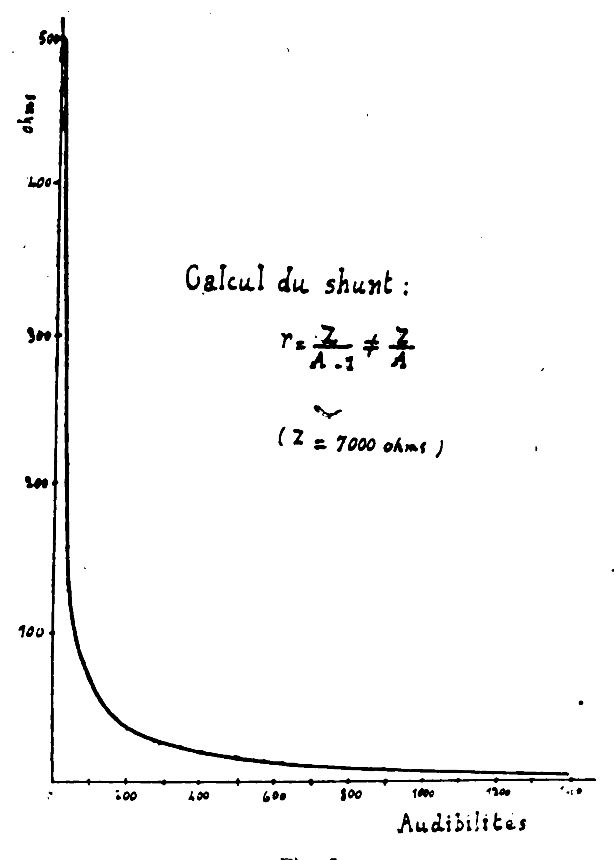


Fig. 5.

appréciée à un plot près. L'appareil est d'une très belle précision mais de réalisation pratique plus délicate que le premier.

Jusqu'ici, j'ai supposé l'impédance Z de l'écouteur constante; en réalité elle varie avec la hauteur du son et l'intensité du courant. La

dernière cause n'a qu'une minime importance puisqu'on opère toujours à l'extinction. La première conduit à une erreur :

$$dA = \frac{dZ}{r}$$

qui prend de l'importance pour de faibles valeurs du shunt. C'est pourquoi il est recommandable de n'effectuer des mesures que sur la télégraphie ou en téléphonie sur des conférences, à l'exclusion de la musique, du chant ou de la déclamation.

Comment et où placer le téléphone shunté? Le plus sûr est évidemment de l'intercaler dans le circuit de plaque de la dernière lampe par l'intermédiaire d'un transformateur. Cependant, je préfère le mettre directement dans le circuit plaque. Il faut pour cela régler la dernière lampe de façon que son amplification reste constante dans de larges limites de tension plaque. On y arrive par un choix convenable des transformateurs de basse fréquence. Le choix de ces derniers doit être aussi guidé par la considération que la variation de résistance du circuit plaque ne doit pas modifier l'accord des circuits oscillants, ce qui se produit fréquemment.

Je m'excuse de ce long exposé préliminaire, mais il était, je crois, nécessaire pour que les résultats que je vais maintenant présenter n'aient qu'une prise restreinte à la critique.

***

Pour être sûr de ce que l'on fait, la réception doit s'effectuer avec le minimum de lampes, de condensateurs et de bobinages. Le récepteur idéal est la galène; malheureusement, son peu de sélectivité la fait rejeter dès qu'il y a obligation d'y ajouter de la basse fréquence. Mes essais sont effectués sur une détectrice à réaction suivie d'une basse fréquence. Des appareils de contrôle sur toutes les sources et circuits-plaque permettent de s'assurer de la constance du récepteur. Avant chaque mesure, un émetteur local donne la possibilité de vérifier que la puissance de réception est restée la même depuis l'expérience précédente.

Bien que la réaction soit maintenue très loin de son point d'accrochage, par précaution j'ai vérifié sa non-intervention dans les variations de réception en marchant de temps en temps sur un L^3 (3 H F à fer, une D sans réaction, 2 B F par retour dans les H F); l'amplification de cet appareil est équivalente à celle du précédent système. La non-sélectivité du L^3 met aussi à l'abri des variations possibles de longueur d'onde à l'émission; les résultats obtenus sont identiques sur les deux appareils.

*
* *

De jour, à 200 kilomètres de Paris, la réception des P. T. T. est plutôt faible et varie en général peu. Il a été imprimé bien souvent que les réceptions de jour sont parfaitement constantes. Je l'ai cru moi-même un moment; mais certains graphiques montrent qu'il peut y avoir de jour des variations profondes, même des affaiblissements, analogues à ceux du régime de nuit, mais sans aller jusqu'à l'extinction.

Ce qu'il y a de curieux, c'est la différence selon la saison. La puissance des P. T. T. est sensiblement constante et cependant les réceptions du mois de mars (fig. 6) ont nécessité 2 B F, celles du mois d'avril I B F et celles de mai (fig. 7) donnent une réception relativement puissante.

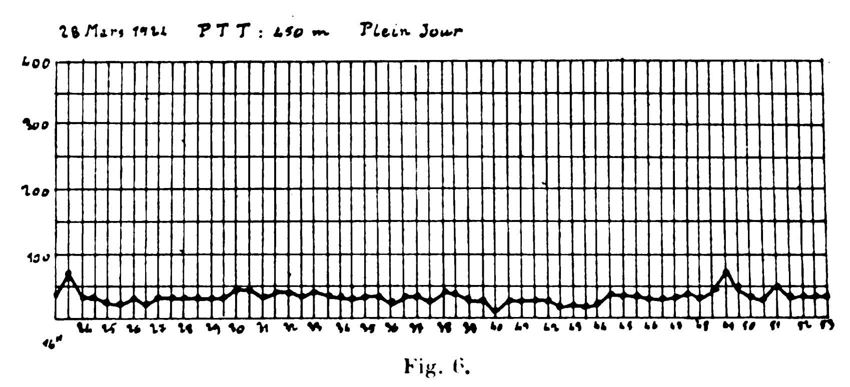


Fig. 6.

Je dirai pour être complet que mon antenne (1) (fig. 8) est du pied d'une colline, parallèle à la ligne de faîte et à un épais rideau d'arbres qui la domine du côté de Paris. Or, depuis trois ans, je constate qu'en

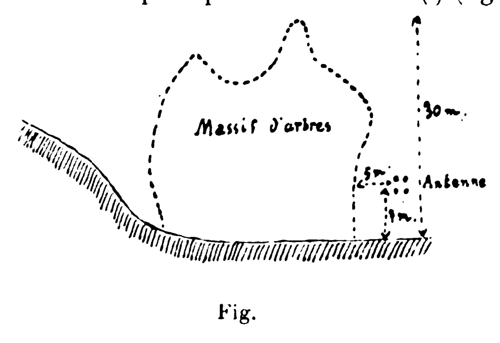


Fig.

(1) Voir *Onde Électrique*, t. II, p. 137.

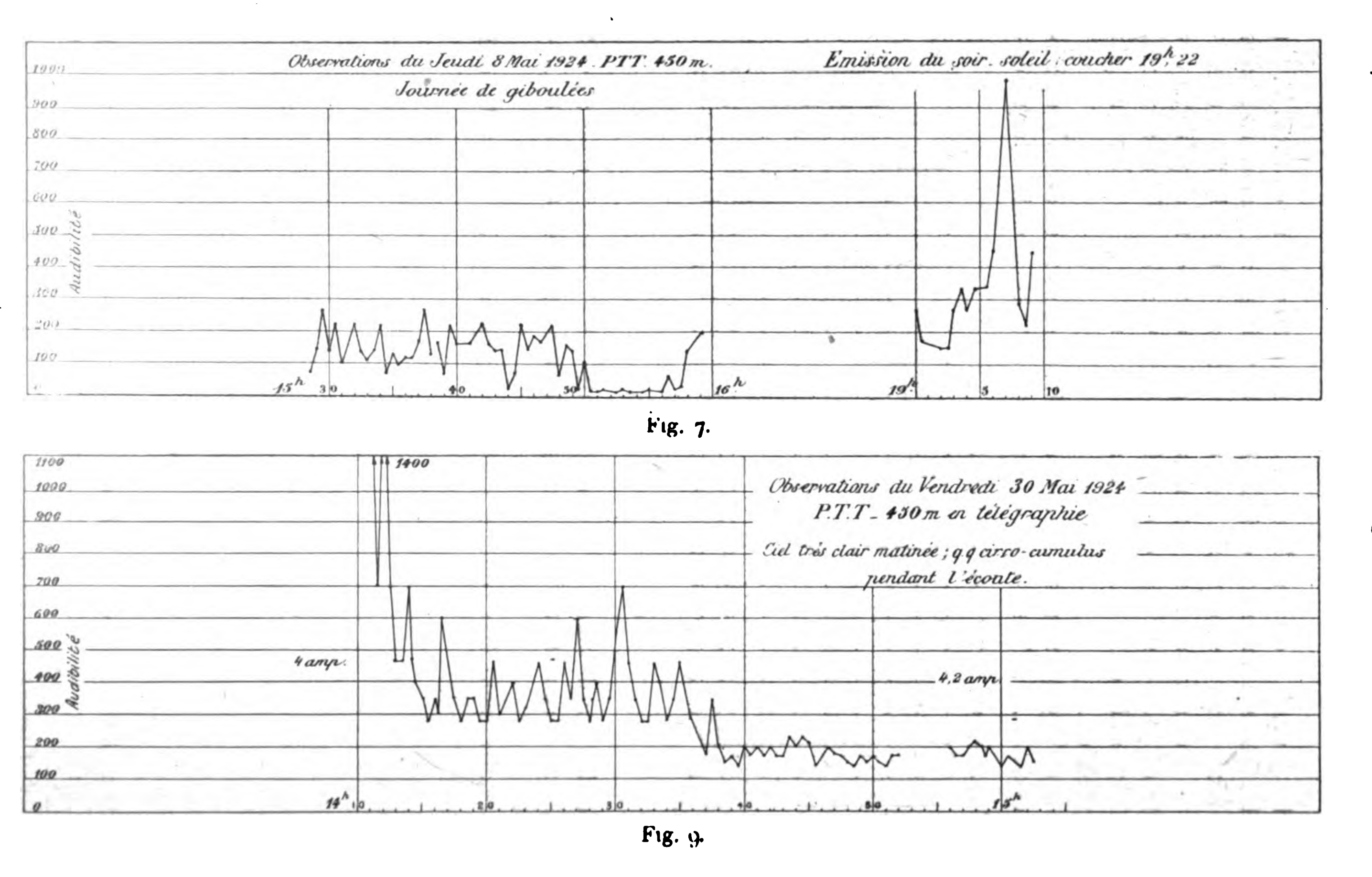

Observations du Jeudi 8 Mai 1924. PTT. 450 m.
Journée de giboulées
Émission du soir. soleil : coucher 19h 22
Audibilité
15h
16h
19h
Observations du Vendredi 30 Mai 1924
P.T.T. _ 450 m en télégraphie
Ciel très clair matinée ; q.q cirro-cumulus pendant l'écoute.
1400
4 amp.
4,2 amp.
Audibilité
14h
15h

Fig. 7.

Fig. 9.

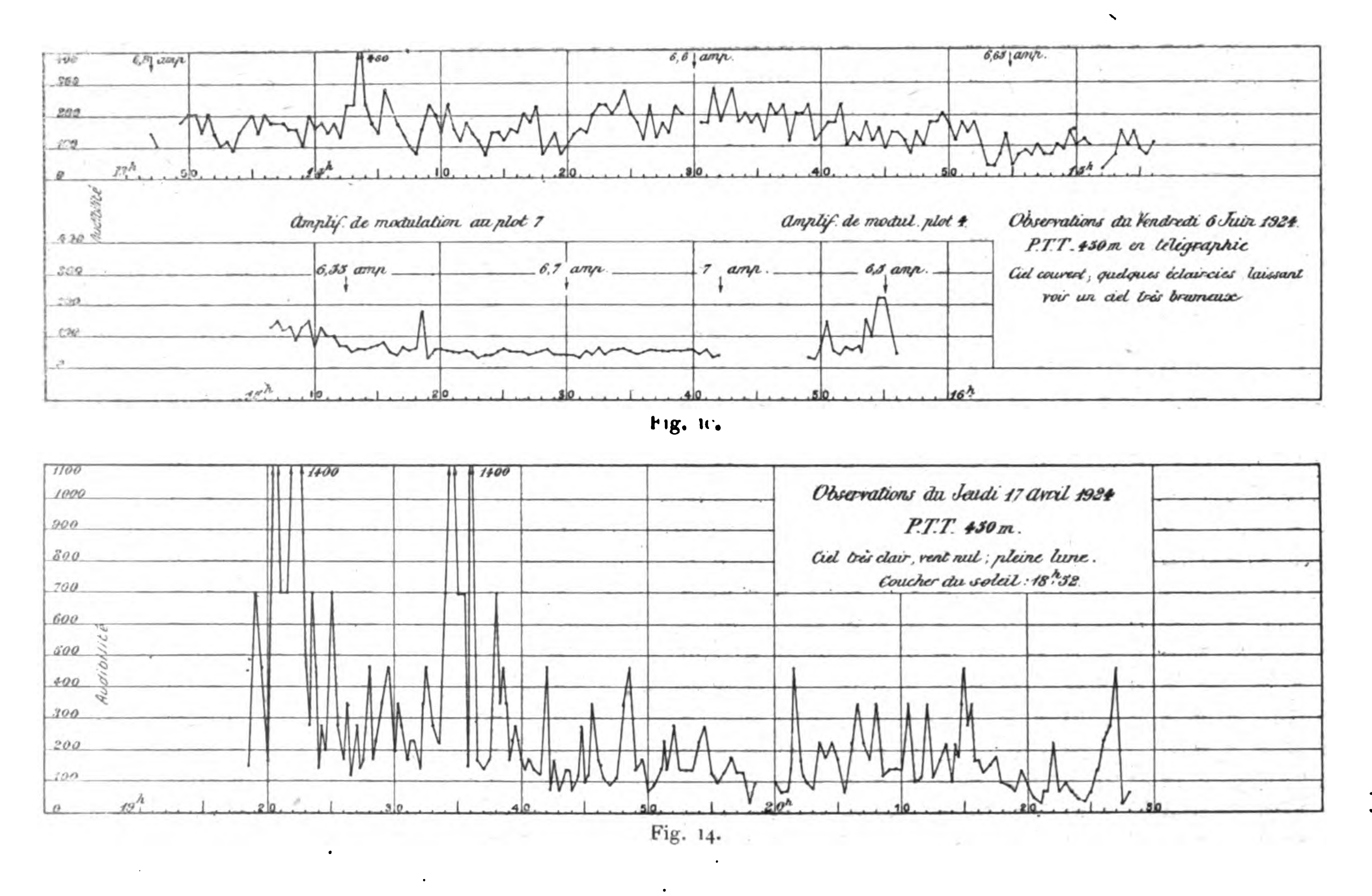

Observations du Vendredi 6 Juin 1924.
P.T.T. 450 m en télégraphie
Ciel couvert ; quelques éclaircies laissant voir un ciel très brumeux
Amplif. de modulation au plot 7
Amplif. de modul. plot 4
6,35 amp.
6,7 amp.
7 amp.
6,5 amp.
6,6 amp.
6,65 amp.
450
Audibilité
Observations du Jeudi 17 Avril 1924
P.T.T. 450 m.
Ciel très clair, vent nul ; pleine lune.
Coucher du soleil : 18h 32
Audibilité
1400
1400

Fig. 13.

Fig. 14.

été et de jour les réceptions d'F L (2600 mètres) et de Radiola (1780 mètres) sont nettement supérieures en puissance à celles de nuit. En hiver, il y a équivalence.

Il semble aussi y avoir une influence horaire, montrée par les observations des 30 mai et 6 juin (fig. 9 et 10). La réception puissante à 14 heures baisse à partir de 14 h 30 pour devenir relativement faible vers 16 heures. Nous verrons sur les courbes de nuit que la baisse s'accentue encore jusqu'au coucher du soleil. Dans ces conditions, la faiblesse relative des mois d'hiver avec remontée lente au printemps peuvent s'expliquer très bien, les réceptions de 16 heures étant effectuées d'abord au coucher du soleil puis de plus en plus avant son coucher. Il sera intéressant, l'hiver prochain, de vérifier si par hasard le maximum de jour n'a pas lieu vers midi ou avant.

Autre remarque avant de quitter les observations de jour. L'intensité normale de la station des P. T. T. est de 6 à 7 ampères. Accidentellement, le 30 mai, l'intensité n'atteint que 4 ampères; la réception est beaucoup plus puissante que le 6 juin où l'intensité monte à 7 ampères. Cette remarque semble d'ailleurs générale; chaque fois que la station signale une émission puissante, la réception est faible au Mans. Cela confirmerait l'affirmation de beaucoup d'amateurs qu'au maximum d'intensité ne correspond pas du tout le maximum de rayonnement.

***

Passons au régime de nuit. Là les variations sont formidables. En valeurs absolues du moins, car si l'on trace sur les graphiques les intensités moyennes I_m, on trouve que l'écart relatif :

$$\frac{I_M - I_m}{I_m}$$

est de 3 au maximum (correspondant au point $I_M = 1400$). Or, c'est précisément le même écart relatif que l'on obtient de jour. Vu sous cet aspect, le problème est tout différent de celui que l'on pose ordinairement. Au lieu de dire, comme on le répète constamment : les variations sont plus puissantes de nuit que de jour, il faut dire : le régime de nuit est identique au régime de jour, mais les intensités et par suite leurs variations s'y trouvent multipliées par un facteur n probablement fonction de la distance. Ce résultat est très important pour la discussion des hypothèses par lesquelles on tente d'expliquer la propagation des ondes. Une seule difficulté subsiste; pourquoi de nuit y a-t-il des extinctions et pas de jour? Cependant les graphiques

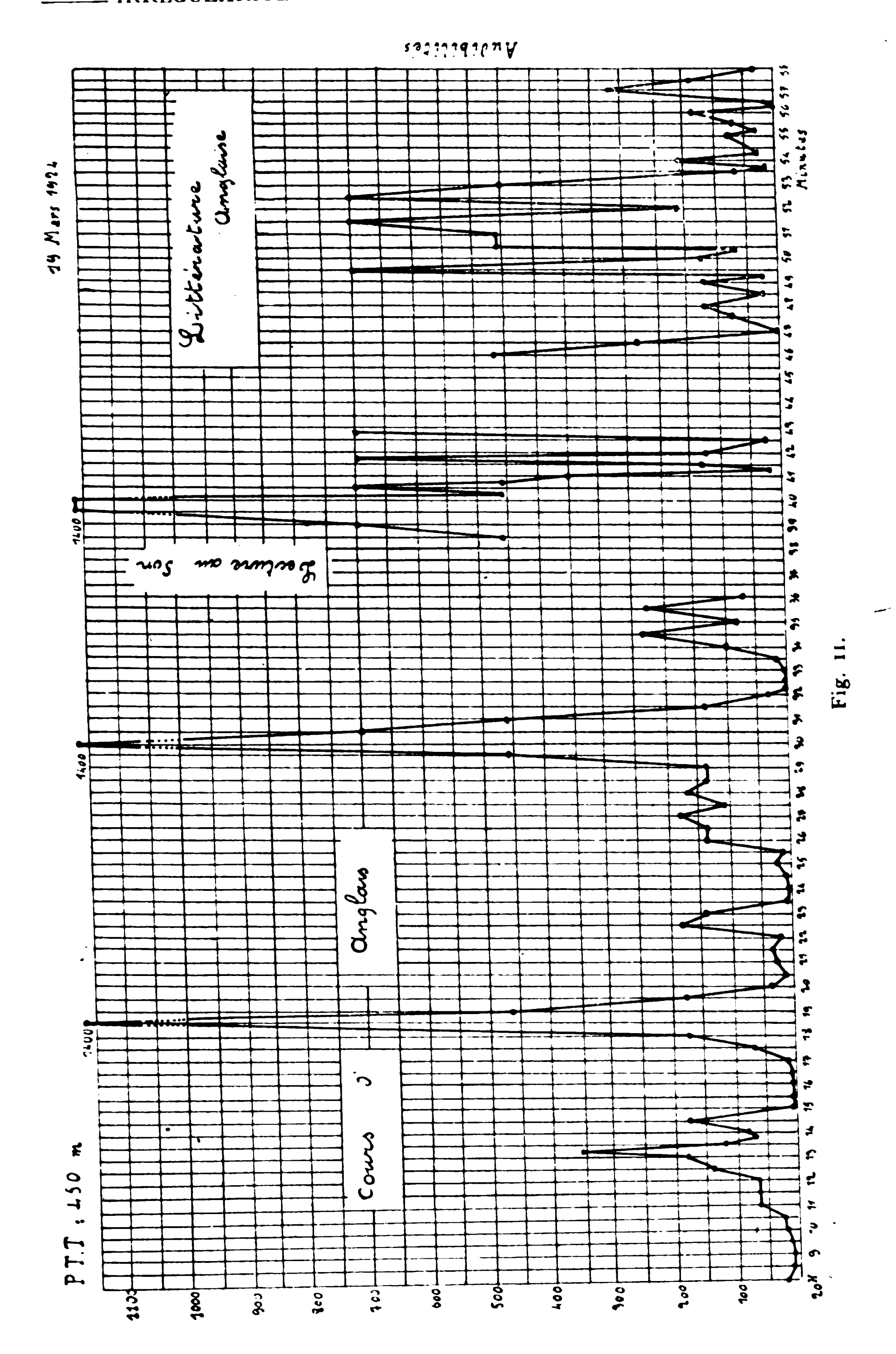

Audibilités
14 Mars 1924
P.T.T. : 450 m
Cours J
Anglais
Lecture au Son
Littérature Anglaise
Minutes

Fig. 11.

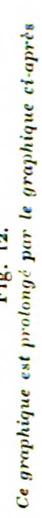


Fig. 12.

Ce graphique est prolongé par le graphique ci-après

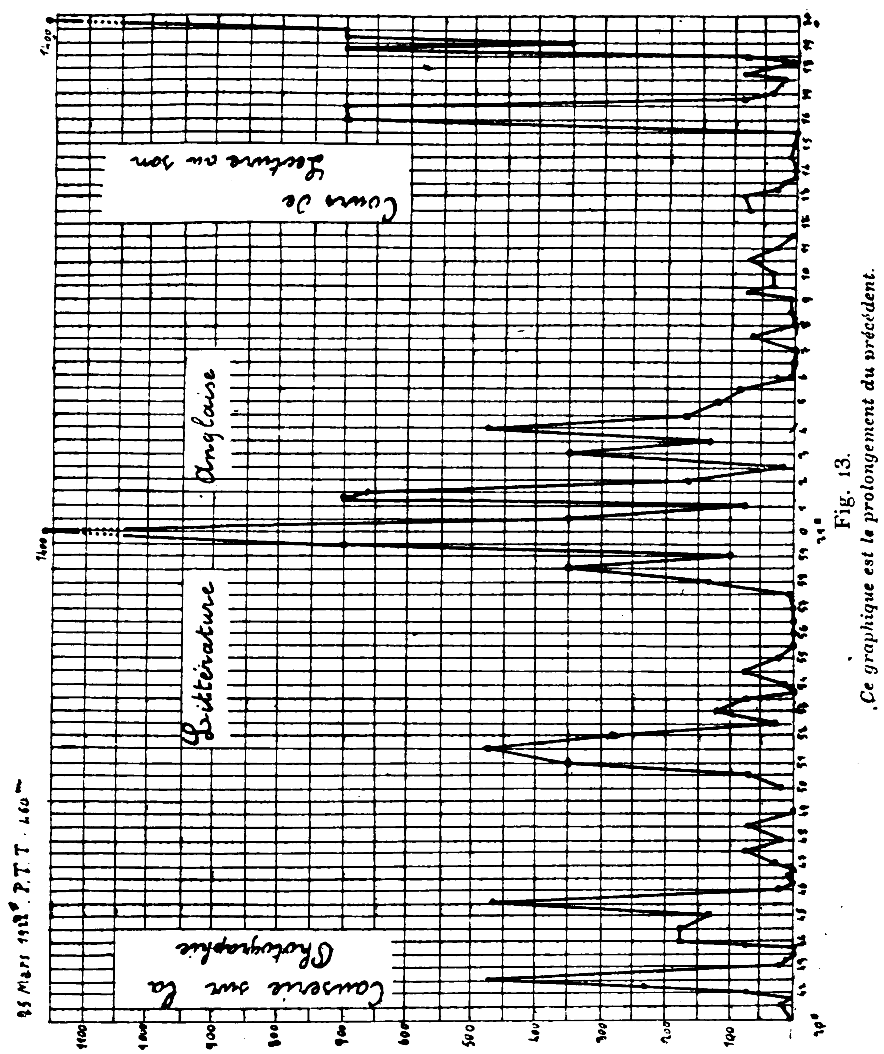


Fig. 13.

Ce graphique est le prolongement du précédent.

de mai qui débutent avec le soleil sur la ligne Paris-le Mans accusent un régime de jour avec extinctions très fréquentes. La difficulté par suite s'aplanit, nous verrons comment plus loin.

Le mois de mars est caractérisé par ces grandes pointes qui encadrent des évanouissements (fig. 11, 12 et 13). Tous les jours on trouve cette allure générale qui donne l'impression d'oscillations périodiques. Toutefois, il existe des oscillations très rapides telles celles des 19 et 25 mars, mais elles sont assez rares.

Avril présente les mêmes caractéristiques, mais elles s'estompent et finissent par disparaître pour laisser place à des oscillations désordonnées (fig. 14). On remarquera que le 24 avril (fig. 15), le début a lieu sur un affaiblissement très net; c'est que ce jour-là l'émission a commencé peu après le coucher du soleil; il faisait donc encore jour.

En mai (fig. 16), l'effet d'affaiblissement au coucher du soleil est de plus en plus visible. Il faut remarquer qu'à ce moment l'intensité de réception est bien inférieure à celle de l'après-midi, ce qui corrobore mon affirmation première qu'il doit y avoir un maximum de jour et

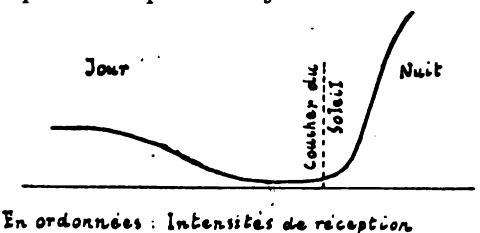


Fig. 17.

un maximum de nuit, ce dernier quelques minutes après le coucher du soleil (émetteur et récepteur étant sensiblement sur le même méridien) (fig. 17).

J'ai trouvé cependant des irrégularités pendant le mois de mai (fig. 18). Elles semblaient s'expliquer très bien. Un poste allemand de téléphonie a travaillé irrégulièrement pendant ce mois sur 450 ou 460 mètres; j'ai cru qu'il faisait alors office d'hétérodyne s'ajoutant à la réaction et chacun sait que dans ces conditions la réception devient extrêmement puissante.

La gêne a été très utile, car, ainsi qu'il est facile de le voir, toutes les intensités se trouvent multipliées (les écarts relatifs étant sensiblement les mêmes sans ou avec gêne) et à aucun moment on ne trouve de phénomène d'interférence. D'ailleurs je crois pouvoir affirmer que les interférences entre postes sont extrêmement rares et ne peuvent être invoquées pour expliquer les variations. S'il y en avait, on consta-

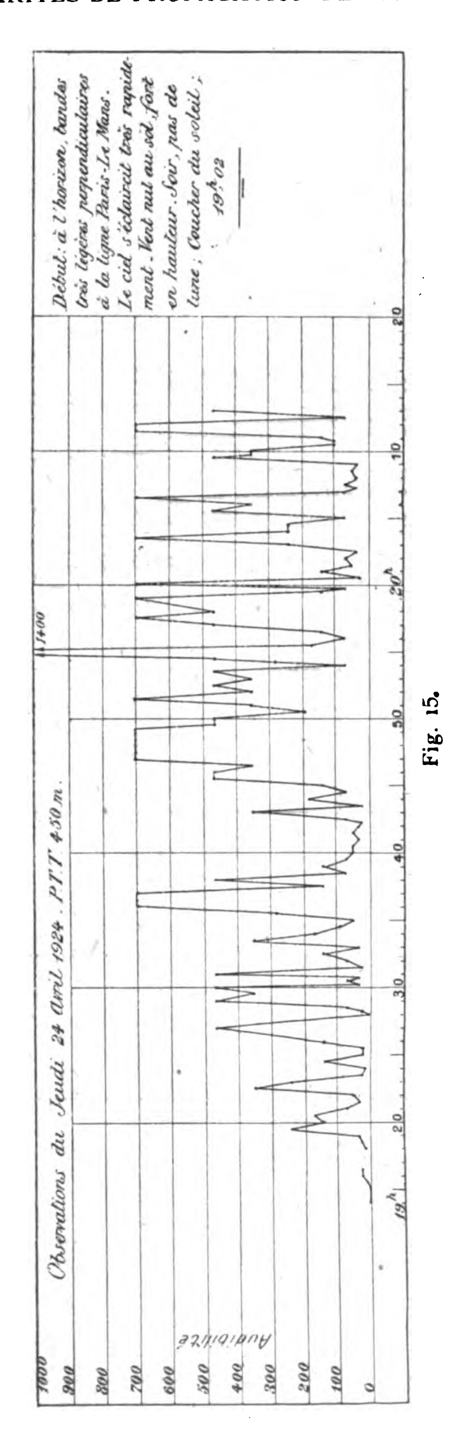

Observations du Jeudi 24 Avril 1924. P.T.T. 450 m.
Début: à l'horizon, bandes très légères perpendiculaires à la ligne Paris-Le Mans. Le ciel s'éclaircit très rapidement. Vent nul au sol, fort en hauteur. Soir, pas de lune; Coucher du soleil; 19h 02
Audibilité
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1400
19h
20
30
40
50
20h
10
20

Fig. 15.

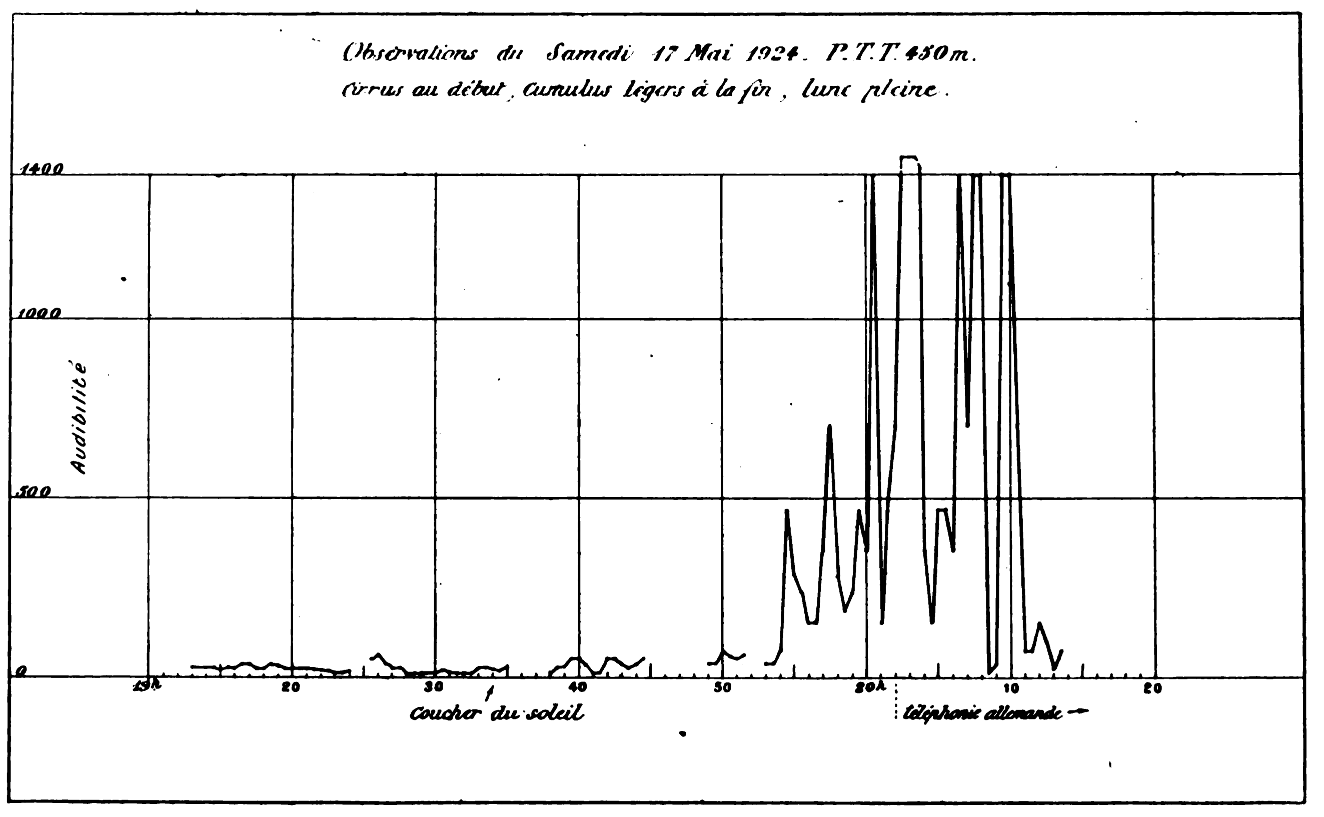
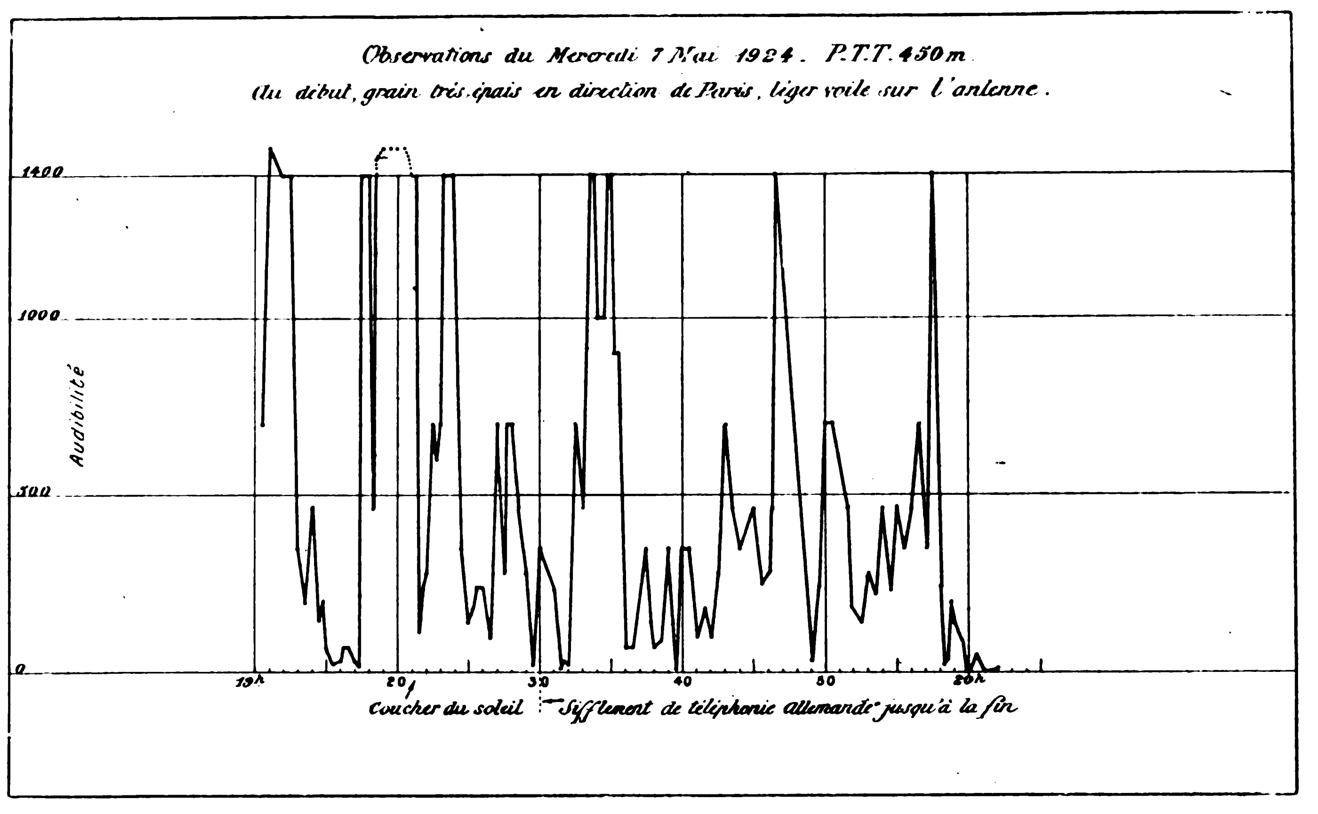

Observations du Samedi 17 Mai 1924. P.T.T. 450m.
Cirrus au début, Cumulus légers à la fin, lune pleine.
Audibilité
1400
1000
500
0
19h
20
30
40
50
20h
10
20
Coucher du soleil
téléphonie allemande →

Fig. 16.



Observations du Mercredi 7 Mai 1924. P.T.T. 450m
Au début, grain très épais en direction de Paris, léger voile sur l'antenne.
Audibilité
1400
1000
500
0
19h
20
30
40
50
20h
Coucher du soleil
Sifflement de téléphonie allemande jusqu'à la fin

Fig. 18

terait l'existence de battements; or, je n'ai jamais pu en mettre en évidence.

Cependant, des observations ultérieures me portent, dans ces irrégularités, à incriminer plutôt la propagation qu'un poste parasite.

(*A suivre.*) P. LARDRY.

COMMENT J'AI REÇU OC9

Par M. le Capitaine ANCELME

Ancien élève de l'École Polytechnique.

De nombreux essais successifs m'ont permis à 60 kilomètres de Paris de recevoir O C9, malheureusement de façon fort irrégulière.

Le premier montage qui m'a permis de recevoir son piaillement caractéristique est celui indiqué par M. Malgouzou avec l'ampli 3 *ter* et la plaque de rétroaction.

J'ai utilisé un circuit accordé de la forme ci-dessous. Sa liaison avec l'ampli 3 *ter* H F se fait par un condensateur de $\frac{5}{100\,000}$ à la borne grille et par simple attache du fil de connexion, dont on conserve l'isolant, à la borne filament toujours par l'intermédiaire d'un con-

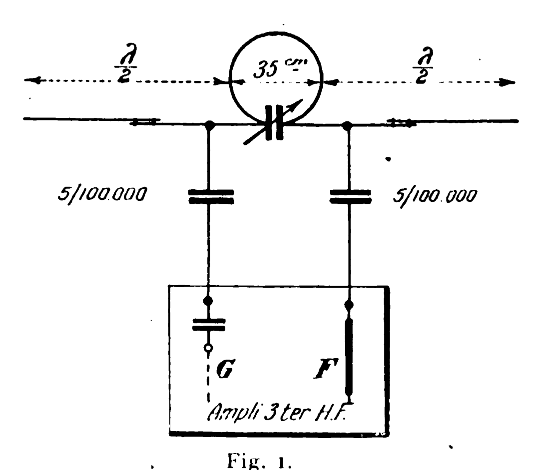


Fig. 1.

densateur de même dimension (fig. 1) (on obtient ainsi une liaison par un condensateur extrêmement petit mais suffisant pour transmettre les variations de potentiel).

Les condensateurs de l'hétérodyne et du circuit de réception sont à variation de diélectrique pour terminer le réglage par interposition d'une lampe mince et étroite de mica (voir ci-dessous). On obtient ainsi une grande facilité de réglage.

Désirant perfectionner la réception et pousser plus loin l'étude

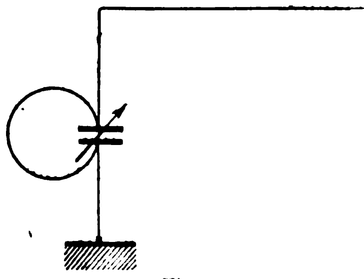


Fig. 2.

des petites ondes en m'inspirant de l'article de M. Malgouzou, j'ai essayé de monter un poste de réception par superréaction (9 mètres).

Ayant une deuxième hétérodyne qui me servait à régler mon poste de réception, je m'en suis servi comme circuit secondaire de réception

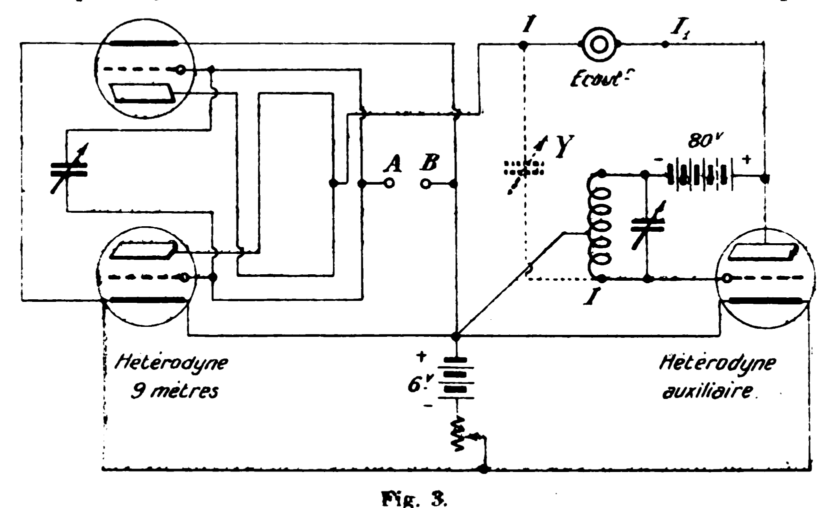


Fig. 3.

et c'est à lui que j'ai adjoint le dispositif de réaction à fréquence d'ailleurs quelconque schématisé plus loin (fig. 3).

Une antenne unifilaire de 40 mètres, pratiquement quelconque, est reliée à la terre par l'intermédiaire d'une boucle de 30 centimètres de diamètre et un condensateur variable en parallèle. Elle forme le circuit primaire de réception du poste (fig. 2).

La distance optima des deux circuits paraît être de l'ordre de 20 à 30 centimètres.

Le dispositif de réception se composera donc uniquement de trois lampes, les deux premières pour l'onde de 9 mètres, la troisième alimentant l'hétérodyne auxiliaire qui a été pris d'un modèle différent de celui en général préconisé.

Si on laisse le point milieu A du circuit grille de l'hétérodyne 9 mètres en l'air, on reçoit les ondes en soufflé, ainsi que la téléphonie obtenue par la simple insertion d'un microphone ordinaire dans le fil joignant le circuit grille au pôle + de l'hétérodyne d'émission.

Si au contraire on réunit A B par une résistance presque quelconque, entre 100 et 100 000 ohms, on reçoit les signaux entretenus. J'ai obtenu une très grande amplification de réception en réunissant le point I au point J ou au point J_1 aux bornes des écouteurs par un condensateur variable de $\frac{5}{10\,000}$. C'est avec ce montage que j'ai pu ces derniers temps recevoir moins irrégulièrement les signaux de Paris.

Dans les essais préliminaires que j'ai faits, j'ai pu avec un simple hétérodyne de 9 mètres à l'émission, recevoir sous bois la télégraphie à plus de 600 mètres et la téléphonie à plus de 300 mètres d'une façon très distincte.

L'hétérodyne auxiliaire fonctionne sur des fréquences normales quelconques (30 000 périodes à 100 000 périodes), mais le condensateur Y qu'on peut intercaler doit alors être réglé de façon très précise pour chaque période employée.

Tels sont les montages essayés avec un certain succès. Je les signale à ceux qui s'intéressent toujours aux ondes très courtes. Il leur permettra, j'espère, de recevoir, avec plus de suite et de sécurité, le premier poste puissant et stable conçu pratiquement avec des ondes aussi courtes.

Condensateur à diélectrique variable. — Le réglage des petites ondes est délicat à cause des très faibles variations de capacité que nécessite le réglage et ceci, déjà très sensible pour les ondes de 100 et 200 mètres, devient un problème autrement pénible pour les ondes de 9 mètres. On peut très aisément obtenir une variation aussi lente qu'on le veut pour un condensateur en utilisant une variation de diélectrique. Une simple plaque de mica aussi mince et étroite qu'on le désire est glissée entre les armatures du condensateur et produit une variation très souple tout en ne donnant qu'un amortissement insensible. Il faut évidemment agir à distance avec un

manche isolant pour éviter l'approche de la main et les effets de capacité du corps de l'opérateur.

Un modèle très simple à construire est le suivant, qui m'a donné d'excellents résultats d'abord comme appoint pour les ondes de la gamme 100—200, puis pour le réglage des 9 mètres.

Sur une plaque d'ébonite est fixée une plaque métallique de 5 centimètres sur 6 centimètres qui est l'une des armatures du condensateur; l'autre armature de mêmes dimensions glisse dans des rainures à un millimètre environ de la plaque fixe et est déplacée à l'aide d'un manche isolant d'une vingtaine de centimètres.

Entre les deux armatures on fera glisser une plaque de mica

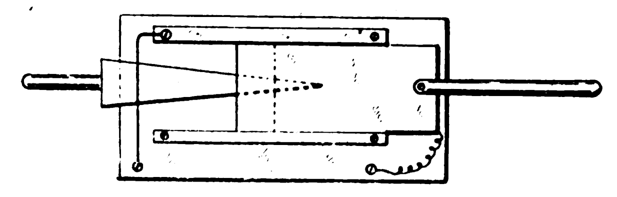


Fig. 4.

mince ayant la forme d'un triangle (fig. 4) et déplacé toujours à l'aide d'un manche isolant de même longueur que précédemment.

L'on augmente la capacité lorsqu'on introduit la lame de mica.

Dans le condensateur basé sur le même principe et réalisé par M. Malgouzou pour l'hétérodyne des 9 mètres (fig. 5), les deux

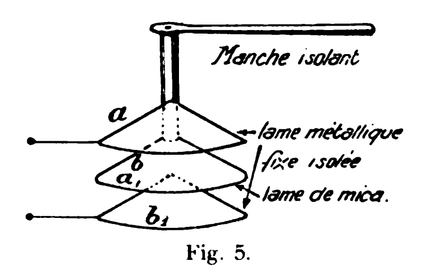


Fig. 5.

plaques sont fixes, et choisies pour que la rotation d'une lame de mica donne la gamme voulue, 9 mètres à 9 m 50 pour une rotation de 180° de la lame diélectrique qui est fixée à la place de l'armature mobile.

Ces dispositions simples permettront à ceux qui désirent prendre O C9 de régler d'une façon beaucoup plus simple et sûre leur appareil de réception.

P. Ancelme.



UN AMATEUR FRANÇAIS EN AMÉRIQUE [1]

Par M. Léon DELOY, 8 A B.

(Suite.)

Après ces quelques jours de séjour à New-York je me rendis à Hartford (Connecticut), en passant par Orleans (Massachusetts). A Orleans, j'eus l'occasion de visiter en compagnie de MM. Deschamps et Davis, des Français de Saint-Pierre, la station de câble de la French Câble Company. Deux câbles atterrissent à Orleans, l'un venant de Saint-Pierre et l'autre directement de Brest. Le service est extrêmement rapide, c'est ainsi que je vis arriver un message de Londres qui avait été déposé par l'expéditeur trois minutes plus tôt. Les télégrammes s'inscrivent sur bande au moyen du siphon-recorder; bien que le code employé soit le code Morse usuel, il faut un certain temps pour arriver à lire couramment ces bandes; en effet, les « points » et les « traits » sont de même longueur et se reconnaissent simplement à ce qu'ils sont inscrits au-dessus ou au-dessous de la ligne tracée par le siphon au repos; de plus, là aussi il y a les « parasites » qui brouillent beaucoup les messages. Les excellents opérateurs qui font ce service lisent pourtant ces bandes avec la plus grande facilité et retransmettent les messages immédiatement par fil spécial au bureau de la compagnie à New-York d'où ils sont distribués aux destinataires, soit par téléphone, soit par messagers. Lorsque la manipulation n'est pas automatique elle se fait au moyen de deux manipulateurs placés côte à côte et dont chacun envoie le courant dans un sens différent dans le câble; l'un des manipulateurs sert à transmettre les points et l'autre les traits; on manipule en posant l'index sur l'un des manipulateurs et le médium sur l'autre; on arrive assez facilement à transmettre ainsi, mais pour travailler à grande vitesse il ne faut pas faire les traits plus longs que les points et cette habitude est difficile à prendre lorsqu'on est familier avec la manipulation ordinaire.

Dès mon arrivée à Hartford, je me rendis à l'American Radio Relay League dont les bureaux sont situés dans Main Street. Personne n'était au courant de ce voyage et j'eus le plaisir de faire une véritable surprise aux amis qui ne m'attendaient pas! Après les exclamations inévitables et les chaleureux shake-hands que l'on échange lorsque l'on ne s'est pas vu depuis quatre ans, les premières

---

[1] Voir *Onde Électrique,* novembre 1923 et mars 1924.

paroles de ces Messieurs de la « League » furent pour me demander si j'irais à Chicago pour la « Convention ». J'y étais bien décidé, car cette réunion qui devait rassembler des amateurs de tous les points des États-Unis et du Canada m'intéressait vivement. Aussitôt ma réponse formulée je vis Schnell (« Traffic Manager » de la « League » et un de mes vieux amis du Navy Department) rédiger une douzaine de télégrammes et les expédier aux quatre coins de l'Amérique! Il paraît que la présence de French 8 A B devait faire sensation à la « Convention » et il ne fallait pas perdre un instant pour la faire connaître partout!

Les trois jours que dura mon séjour à Hartford passèrent très vite : longues conversations avec les principaux administrateurs de la « League » : MM. Schnell, « Traffic Manager », Warner, secrétaire général, et Kruse, rédacteur technique de « Q S T »; quelques promenades en ville et aux environs et enfin le soir longues heures de vraie T. S. F. amateur au poste 1 A W.

Nous nous réunissions là deux ou trois : souvent Schnell, Warner et moi. M. Maxim, président de la « League » et propriétaire de 1 A W, était malheureusement absent. Son poste est fort connu en Amérique. Il eut longtemps un puissant émetteur à étincelles; ce poste d'un kilowatt s'était fait entendre à des distances considérables, mais il avait été remplacé avant mon arrivée par un poste à lampes : deux lampes de 250 watts chauffées en alternatif 60 périodes et dont les plaques sont alimentées également par alternatif redressé par des soupapes électrolytiques. L'antenne en prisme est inductivement couplée aux circuits oscillants. Tous les appareils d'émission sont dans la cave tandis que l'opérateur, installé dans le salon, a devant lui une superbe boîte de réception Zenith, un manipulateur et un commutateur « transmission-réception ». Tout cela fonctionne à merveille et est très beau, trop beau même à mon goût; c'est le principal défaut que j'ai trouvé à beaucoup de postes d'amateur en Amérique. Il me semble que je me lasserais vite d'un poste où je n'ai sous la main aucune partie de mes circuits d'émission et où ceux de réception sont inaccessibles dans un beau meuble d'où seules quelques manettes de réglages sortent. Cette tendance des amateurs américains à avoir des postes d'une apparence et d'un fonctionnement analogues à ceux de postes commerciaux surprend au premier abord, mais elle s'explique, en partie au moins, par la réglementation de la T. S. F. amateur en Amérique. Tandis que nous sommes tenus à ne nous servir de nos postes émetteurs que pour faire des « essais ou expériences », les amateurs américains peuvent échanger tout le

trafic qu'ils veulent pourvu que ce trafic ne soit pas payant, il existe donc naturellement à côté de « l'amateur expérimentateur », « l'amateur opérateur » qui se donne comme but d'échanger le plus grand nombre de messages possible dans le moins de temps possible, son poste sera donc avant tout d'un fonctionnement parfaitement régulier et sûr, il sera capable de passer de transmission à réception dans un minimum de temps et il pourra être employé pendant de longues périodes sans fatigue excessive d'aucun organe. Chaque mois « QST » cite à l'ordre du jour l'amateur qui, au cours du mois précédent, a échangé le plus de trafic; c'est ainsi que dans le numéro de mai nous voyons que 8ZD a échangé en un mois 2855 messages et que l'opérateur qui y a assuré le plus souvent le service pendant ce mois a maigri de dix kilogrammes!

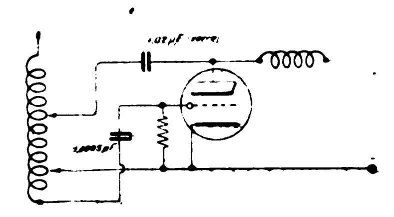
Nous arrivions généralement à 1 AW, un peu après 22 heures et là, en bavardant et en fumant des cigarettes, nous attendions non sans impatience que la pendule sonne la demie; car de 20 h à 22 h 30, les amateurs américains n'ont pas le droit de transmettre. Pendant ces deux heures et demie, seules les innombrables téléphonies remplissent l'air, aussi nous allumions bien rarement les petites « lampes merveilleuses » avant que cette période de restriction ne soit finie car pour de « vieux amateurs » les points et les traits de l'alphabet Morse sont infiniment plus intéressants que tous les concerts radiophonés. Après 22 h 30, une à une les petites voix s'éveillent et le brouillage devient bientôt intense aux environs de 200 mètres. Bien que les postes à étincelles aient presque entièrement disparu, les postes à lampes sont si nombreux que le brouillage dans cette zone est tout à fait comparable à celui que l'on entend sur 600 mètres dans une mer très fréquentée comme la Manche, par exemple.

L'un de mes tout premiers correspondants lorsque j'étais à 1 AW fut 8ZZ. Ceux de mes lecteurs qui reçoivent « QST » le connaissent certainement. 8ZZ, Mr. Darr, habite Detroit (Michigan) et est l'auteur de la plupart des dessins qui paraissent dans « QST ». Après avoir fait connaissance avec lui par T. S. F. j'entrais en communication avec 3ZO, le célèbre poste de Mr. Bale Jr, qui a été surnommé le Paradis de la T. S. F. et que j'ai eu le plaisir de visiter plus tard à Parkesburg, près de Philadelphie; ensuite ce furent 3ZS puis 9AAW à Chicago.

Un soir, chez Schnell, j'eus le plaisir de faire la connaissance de Mr. John Reinartz, l'inventeur des montages de réception et d'émission qui l'ont rendu célèbre dans le monde entier. Amateur enthousiaste, il ne cesse de parler du sujet qui lui est cher et il expose ses

idées avec tant de clarté que c'est toujours un plaisir nouveau que de l'écouter. Après une longue discussion sur la résistance des antennes où il exprima l'opinion que le meilleur fil d'antenne était du fil plein et d'un diamètre relativement faible : six dixièmes de millimètre, par exemple, il en vint à parler de son « coil Transmitter ». C'est un dispositif d'émission qu'il a imaginé et qu'il s'efforçait de développer pour que l'on puisse de nouveau autoriser les émissions d'amateurs pendant les heures de « broadcasting », car ce dispositif produit une émission dirigée qui cause un minimum de brouillage.

L'appareil consiste en une bobine d'une vingtaine de centimètres de longueur et de huit centimètres de diamètre couverte d'une couche de fil n° 24 D. C. C. Une extrémité de cette bobine est reliée à la grille d'une lampe d'émission; quelques tours plus loin sur la bobine



« Coil Transmitter » de M. Reinartz.

arrive une connexion venant du filament et plus loin encore une connexion venant de la plaque. C'est, somme toute, un montage d'émission ordinaire à une seule bobine *où l'antenne est remplacée par le bout mort de cette bobine* et où la terre est supprimée. Pour que le fonctionnement soit bon il faut, paraît-il, que *des effluves se produisent à l'extrémité libre de la bobine*.

La bobine étant couchée horizontalement sur une table, le maximum de portée serait dans la direction de l'axe de la bobine et cette portée serait comparable à celle d'un poste travaillant sur antenne.

Après quelques jours ainsi passés à Hartford, je partis en compagnie de Schnell pour Chicago, où nous arrivâmes le 9 septembre.

L. Deloy.

CHRONIQUE DU MOIS

3e EXPOSITION-CONCOURS DE T. S. F. ANNEXÉE AU CONCOURS LÉPINE

Comme nous l'avons annoncé précédemment, l'Exposition-Concours de T. S. F. s'est tenue au Champ de Mars pour la troisième année. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet et nous donnerons le mois prochain un compte rendu des nouveautés intéressantes présentées par l'Exposition.

L'ESPERANTO COMME LANGUE INTERNATIONALE AUXILIAIRE

M. le docteur Corret, Président de « l'Internacia Radio Asocio », nous écrit pour appeler notre attention sur la décision que vient de prendre l'American Radio Relay League, en adoptant officiellement l'Esperanto comme langue internationale et en en recommandant l'adoption à l'Union Internationale des Amateurs de T. S. F., actuellement en cours d'organisation.

Il nous signale un article du *Q. S. T.*, dont nos lecteurs trouveront aux « Informations » la traduction in extenso, où l'American Radio Relay League (qui groupe plus de 15 000 amateurs faisant de l'émission) déclare se conformer entièrement au vœu émis par le IIIe Congrès Mondial de l'Union des Associations Internationales, ainsi conçu :

« Constatant la nécessité de plus en plus grande d'une langue internationale auxiliaire, le Congrès Mondial de l'Union des Associations Internationales émet le vœu que tous ceux qui reconnaissent cette nécessité se rallient à l'important mouvement dont est l'objet l'Esperanto pour la réalisation de ce grand progrès, en ajournant toutes améliorations qui seraient jugées nécessaires jusqu'au moment où la Langue Internationale sera officiellement adoptée par les gouvernements. »

Il ne semble pas douteux, conclut le docteur Corret, que la T. S. F., et en particulier la radiotéléphonie, ne doive faire sentir de plus en plus la nécessité de l'adoption d'une langue internationale auxiliaire.



INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

L'American Radio Relay League adopte l'Esperanto. — L'American Radio Relay League vient de décider, après avoir durant deux ans examiné l'état de la question, de se prononcer en faveur de l'Esperanto comme langue internationale auxiliaire dans les conditions ci-après exprimées, et elle en recommande l'usage à tous ses sociétaires.

La question de savoir s'il est nécessaire d'adopter une langue internationale auxiliaire pour la radio est intimement reliée au problème plus général qui envisage la création d'une langue internationale répondant à tous les besoins, problème qui a déjà passionné de nombreux esprits, et non des moins brillants, dans les générations antérieures. L'ARRL était restée longtemps, vis-à-vis de ce problème, dans l'expectative, attendant, en quelque sorte, devant la compétition de langages qui se proposaient, un peu comme l'acheteur examine les différentes façons de réaliser l'objet qu'il désire, en vue du meilleur choix. Mais en étudiant la question plus profondément, elle s'est aperçue que son attitude pouvait avoir une grande influence sur le succès total du mouvement en faveur d'une langue internationale auxiliaire.

Certes les quelques amateurs qui se sont trouvés entraînés à des communications internationales par T. S. F. pourraient facilement apprendre et maitriser une certaine langue internationale qui ferait leur affaire ; mais, disons-le sans crainte, la plupart ne regarderont pas leur activité dans le domaine de la T. S. F. comme suffisamment importante pour justifier cet effort; telle est la nature humaine. Et cependant c'est là pour eux une nécessité, comme pour tout le monde. Nous sommes ainsi faits, que nous ne ferons aucun effort jusqu'au jour où quelque grande organisation mondiale, patronnée par les gouvernements, s'occupera de cette question primordiale et la mettra en application. Eh bien voilà justement le but que l'ARRL se propose : démontrer par la pratique de quel immense avantage serait l'adoption d'une langue internationale auxiliaire, de telle façon que l'attention des gouvernements s'en trouvera éveillée, et qu'il en résultera qu'un jour la langue internationale auxiliaire fera partie de l'éducation normale au même titre que la langue maternelle, comme étant d'une égale nécessité. Il faudra alors l'étudier, entraînés par le progrès que nous serons. L'action des amateurs de T. S. F. peut donc contribuer puissamment à cette évolution souhaitable.

S'il en est ainsi, il devient du devoir de chacun d'aider au progrès, et faire autrement, c'est vouloir retarder le jour où, ce progrès réalisé, chacun de nous profitera de ses bienfaits.

C'est dans cet état d'esprit que les dirigeants de l'ARRL ont fini par considérer le problème. La principale langue auxiliaire, qui compte le plus grand nombre d'adhérents, est l'Esperanto. C'est, en vérité, une langue pratique, vivante, possédant une littérature étendue et des centaines de milliers d'usagers répandus sur toute la surface du monde. D'autres langages sont en compétition, pour la plupart dérivés de l'Esperanto et se présentant comme des améliorations ou des réformes. Il y a dans ces autres langues d'excellentes choses, mais il apparait que le moment n'est pas venu de discuter des améliorations possibles, alors que le succès de l'idée de base est surtout lié à l'approbation des gouvernements. C'est perdre son temps que de se lancer actuellement dans des controverses. Plus tard des améliorations ou des changements pourront être envisagés. Mais aujourd'hui, ergoter ainsi ne fait que retarder le succès.

Les dirigeants de l'ARRL ne regardent pas l'Esperanto comme parfait, ni ne considèrent cette langue comme

devant être sans conteste la langue internationale auxiliaire.

Toutefois la position proéminente qu'elle détient actuellement, et le fait important qu'elle est parlée, à elle seule, par plus d'adeptes que l'ensemble des autres langues proposées, ont incité l'ARRL à l'adopter. Faire autrement serait provoquer de nouvelles désunions et de nouveaux délais dans l'application.

En adoptant et propageant l'Esperanto, l'A R R L ne considère pas cette langue comme étant parvenue à sa forme définitive, même, comme devant nécessairement supplanter les autres et l'A R R L est prête à se plier, à cet égard, aux décisions que pourrait prendre une assemblée internationale autorisée. L'A R R L croit qu'il est essentiel au succès de tenter l'expérience en grand, après quoi il sera temps de songer aux améliorations. Elle pense que ses membres doivent essayer l'Espéranto parce que l'Esperanto entrera vraisemblablement pour une part importante dans la langue future, si même il n'en constitue pas l'ossature.

L'A R R L a fait part de son projet à toutes les sociétés d'amateurs du monde, et toutes, pour des raisons analogues, ont opiné pour l'Esperanto. Les correspondants des amateurs américains seront donc dans le même état d'esprit qu'eux-mêmes et disposés aux mêmes efforts.

Des Sociétés espérantistes existent dans toutes les villes importantes des Etats-Unis où l'enseignement est organisé et des livres édités. L'Esperanto est une langue très simple qui peut s'apprendre en peu de temps. Nous recommandons de la façon la plus instante à tous nos membres de se mettre à l'étude dès qu'ils le pourront. Des listes de livres bon marché, et tous renseignements peuvent être obtenus en écrivant à l'Esperanto Association of North America, 507, Pierce Building, Copley Square, Boston, 17, Massachusetts.

(Extrait du numéro de septembre 1924 de *Q. S. T.*)

Réception d'un amateur français en Amérique sur 44 mètres de longueur d'onde.

M. Pierre Louis (8 B F) nous signale, dans une lettre du 21 août, les résultats suivants qu'il a obtenus.

Poste d'émission. 130 watts alimentation. 43 à 44 m de longueur d'onde. Montage symétrique. Grande antenne de 185 m de longueur d'onde propre non accordée. Télégraphie et téléphonie.

Réceptions obtenues :

De jour et de nuit sans antenne, souvent sans terre, sur la simple bobine d'accord du poste de réception, et en haut-parleur avec une ou deux lampes B F après détection : toute la France (Côtes-du-Nord, Calvados, Basses-Pyrénées, Gironde) à Haarlem (Hollande), Lausanne (Suisse), Lund (Suède), Holyhead et Londres.

Sur antenne de 4 m à Casablanca.

Sur antenne normale, de nuit, en télégraphie seulement :

A Philadelphie et Fall River (E. U.). Réception à 1 m du casque sur une détectrice et une BF.

M. Louis est à juste titre fier de ces derniers records, dont nous le félicitons vivement.

Petite annonce

RADIO SUR LIGNES (LINE RADIO) (¹)

Par M. Louis COHEN, Ph. D.

Ingénieur Conseil au Signal Corps, États-Unis.



Les premiers jours de la radiotélégraphie ont vu naître, de la part des inventeurs et des ingénieurs, des prédictions plutôt hasardeuses sur les possibilités offertes par ce nouveau moyen de communication. N'a-t-il pas été dit entre autres que le développement de la radiotélégraphie permettrait de supprimer entièrement le réseau si dispendieux des lignes télégraphiques et téléphoniques et que toutes les communications de messages à distance, téléphoniques ou télégraphiques pourraient n'utiliser que l'éther comme milieu de transmission? Il est maintenant évident que ces prédictions n'ont pas été et ne pourront pas être réalisées. En dépit des merveilleux progrès effectués ces dernières années, l'emploi de la radiotélégraphie se heurte à des limites que nous concevons désormais nettement, et si nous possédons ainsi un excellent moyen de compléter les réseaux par fil, nous ne pouvons pas songer à les supplanter définitivement.

Il est pour le moins curieux de constater d'autre part que l'idée d'améliorer les communications sur fil en utilisant les méthodes de la radiotélégraphie n'ait pas effleuré l'esprit des premiers pionniers de la télégraphie sans fil, si ardents pourtant à concevoir de brillantes applications de leur découverte dans tous les domaines. L'emploi des méthodes nouvelles, et des procédés spéciaux de la radiotélégraphie à la téléphonie et la télégraphie par fil a cependant, nous le savons aujourd'hui, conduit à des réalisations de premier intérêt, qui ont dépassé toute attente. Il a permis de multiplier dans une forte proportion la capacité de service de certaines lignes existantes, a conduit à des résultats qui peuvent à bon droit susciter l'admiration des ingénieurs. Il a donné une solution intéressante au problème de la téléphonie multiple que bien des chercheurs avaient jusque-là poursuivie dans diverses voies sans rencontrer le succès définitif.

Mais avant d'aller plus loin, il nous paraît nécessaire de justifier

(¹) Conférence faite à la Société des Amis de la T. S. F., le 9 avril 1924.

l'emploi de la dénomination même dont nous nous sommes servis : « Line Radio — Radio sur lignes ». L'emploi de la haute fréquence pour transmettre le long des fils est en effet connu sous différentes appellations parmi lesquelles on peut citer: *Wired Wireless*, — *Carrier current Telephony and Telegraphy* — *High Frequency Telephony* — *Guided wave Telephony* (¹). « Radio sur lignes » nous a paru être la meilleure de ces appellations. S'il est vrai, en effet, que le préfixe radio ait été employé pour rappeler que l'énergie nécessaire à la transmission des signaux était rayonnée dans l'espace, ce terme a depuis longtemps perdu sa signification d'origine, et nous l'employons maintenant dans le même sens que « haute fréquence ». Nous disons de la sorte « radio-transformers », « radio-inductances », « radio-ammeters », pour désigner des transformateurs, des inductances et des ampèremètres utilisables dans les montages à haute fréquence. Partant de là nous sommes tout à fait autorisés à désigner l'emploi de la haute fréquence le long des lignes par Radio sur lignes ; les méthodes et les instruments, du côté transmetteur aussi bien que du côté récepteur, sont en effet les mêmes que pour la radio dans l'espace (Space-Radio). Cette dernière emploie la propagation de l'énergie dans l'éther, et la radio sur lignes guide cette propagation le long d'un chemin défini entre le transmetteur et le récepteur. Ce sont deux aspects d'une même méthode, et les deux dénominations choisies, qui rencontrent une certaine résistance de la part des ingénieurs, ont le grand avantage de bien indiquer cette parenté. Le choix du nom, sans être de première importance, peut quelquefois éviter des confusions dans la technique.

La radio sur lignes est la branche la plus récente de l'art des communications électriques. Elle n'a été que depuis très peu de temps portée au point de perfection capable de la faire utiliser commercialement. Plusieurs inventeurs avaient cependant songé à l'emploi des courants de haute fréquence le long des fils pour réaliser la téléphonie et la télégraphie multiples, et cela, bien avant la naissance de la télégraphie sans fil. Parmi ceux qui cherchèrent activement dans cette voie et qui ont contribué grandement à la solution de ce difficile problème, il convient de citer les célèbres inventeurs français, Hutin et Leblanc et l'ingénieur américain John Stone Stone. — Les travaux de Hutin et Leblanc sont consignés dans les

(¹) *Wired Wireless* « T. S. F. sur fil »; *Carrier current Telephony and Telegraphy*, « Telephonie et télégraphie avec courant porteur »; *High Frequency Telephony*, « Téléphonie à haute fréquence »; *Guided wave Telephony*, « Téléphonie à onde guidée ».

nombreux brevets qu'ils prirent à ce sujet. Ils avaient du problème une idée parfaitement claire, et peu s'en fallut qu'ils n'en aient donné la solution complète. Ils avaient en particulier conçu nettement la séparation des signaux envoyés simultanément à l'aide de la fréquence des courants porteurs, et donné de nombreux et ingénieux moyens de réalisation. Il leur manquait d'avoir à leur disposition les procédés actuels de génération des ondes entretenues de haute fréquence, aussi bien que les moyens de détection sensible et d'accord précis des circuits; faute de quoi leurs systèmes péchaient par un point ou un autre, et ne pouvaient être utilisés commercialement. Il en a été de même des autres procédés inventés à cette époque. La première réalisation pratique d'un système de téléphonie et de télégraphie multiples employant les courants de haute fréquence appartient au général George O. Squier, commandant en chef les services de transmissions de l'armée américaine. Le premier il put faire, en 1910, une suite d'expériences sur un câble téléphonique de 7 milles avec un succès qui démontrait la valeur commerciale de la méthode. Ce câble souterrain de 7 milles était équivalent, au point de vue de l'atténuation, à une ligne aérienne d'une longueur de 150 milles. Le général Squier, pour arriver à ces résultats, n'avait fait ni plus ni moins qu'appliquer à la téléphonie et télégraphie sur lignes les méthodes nouvelles de la radiotélégraphie.

C'est qu'en effet, comme nous l'avons déjà dit, la seule différence entre la radio dans l'espace et la radio sur lignes consiste dans le milieu différent où se transmet l'énergie de signalisation. Dans le premier cas, cette énergie est rayonnée dans l'espace et se propage dans l'éther ; dans le second cas elle est conduite le long d'un chemin défini, constitué par le fil qui relie la station émettrice à la station réceptrice. La différence est, bien entendu, fondamentale, mais les procédés expérimentaux nécessaires à la transmission et à la réception ne laissent pas que d'être similaires. Dans chaque cas les parties essentielles du système sont en effet : du côté transmetteur, une source convenable de courant alternatif à haute fréquence, et un moyen d'en moduler l'intensité ; du côté récepteur, un détecteur de courant à haute fréquence et un indicateur, un récepteur téléphonique ordinaire par exemple, susceptible de donner une reproduction audible de la modulation originelle. Dans la figure 1, extraite d'un brevet du général Squier, on peut voir tous les éléments essentiels que nous venons de décrire : on y voit employer comme source de courant un alternateur Alexanderson, qui constituait alors le meilleur moyen de génération connu de courant de haute fréquence

d'amplitude constante; la modulation s'effectuait dans le circuit de débit de l'alternateur, à faible résistance, à l'aide d'un microphone. Ce circuit de débit était couplé inductivement à un circuit accordé branché en pont sur la ligne. Du côté récepteur, à deux circuits couplés accordés étaient adjoints le détecteur et le téléphone. Tous les types de détecteurs furent essayés : détecteur électrolytique, cristal et triode. Les expériences durent leur succès à l'emploi des méthodes de la radiotélégraphie et des procédés expérimentaux les plus perfectionnés qu'elle put offrir à cette époque.

Les essais du général Squier furent continués par les ingénieurs

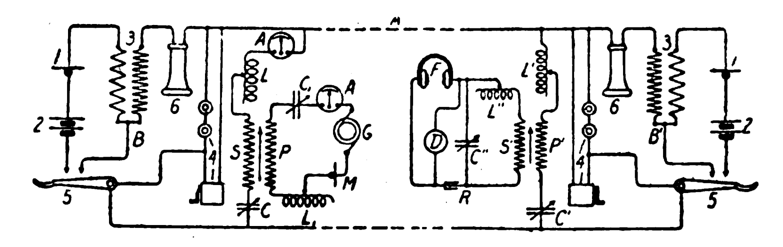


Fig. 1. — Système de téléphonie multiple du général Squier. Utilisation simultanée d'un fil conducteur comme guide de propagation d'une signalisation à haute fréquence et comme ligne ordinaire à courant continu.

de la « American Telephone and Telegraph Company » qui amenèrent progressivement le système à son degré actuel de perfection, qui leur a permis de le mettre en application sur une grande échelle et de multiplier la capacité de service des lignes importantes en exploitation. Parmi les améliorations les plus notables qu'ils ont apportées au cours de leurs travaux, citons l'emploi des triodes comme générateur, modulateur et répéteur, l'usage des filtres haute fréquence et la suppression du courant porteur.

Il ne nous paraît pas nécessaire de nous étendre sur les propriétés de la lampe à trois électrodes et des filtres haute fréquence, maintenant si couramment employés et si bien connus. Il n'est peut-être pas inutile, cependant, de mettre en lumière les progrès importants qui ont résulté de l'application des triodes à la radio sur lignes : non seulement ces appareils constituent des générateurs d'oscillations haute fréquence d'un emploi commode et peu onéreux, mais ils permettent une modulation très efficace et leur fonctionnement en amplificateurs répéteurs est presque idéalement parfait. Il ne faut pas oublier en particulier que souvent, dans la pratique, la modulation doit pouvoir s'effectuer à distance : le bureau de commande peut

être très éloigné du bureau central, où est situé le générateur de haute fréquence, et c'est le faible courant téléphonique qui arrive du bureau de commande qui doit pouvoir moduler les oscillations haute fréquence du bureau central et provoquer l'envoi du courant haute fréquence modulé sur la ligne. Il est très facile de réaliser cette opération à l'aide des lampes à trois électrodes : on imprime à la grille d'une lampe modulatrice à la fois les oscillations haute fréquence du générateur et celles du courant téléphonique de commande ; par suite de la courbure de la caractéristique plaque-grille de la lampe, le courant d'utilisation ne reproduit pas, simplement, dans sa forme, les tensions alternatives ainsi superposées sur la grille. Il y a modulation du courant haute fréquence du fait des interactions que provoque entre les tensions appliquées la forme non linéaire de l'équation de la caractéristique.

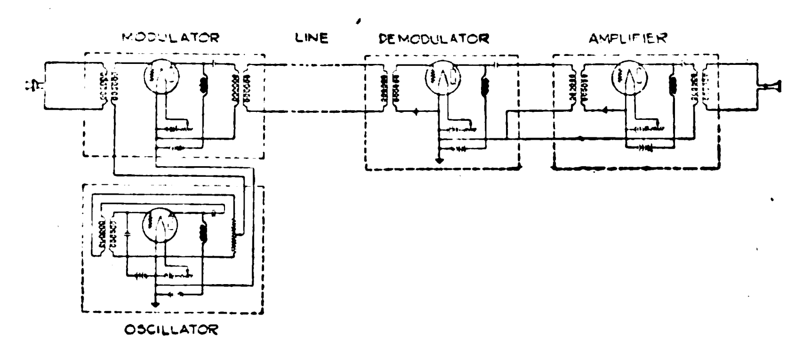


Fig. 2. — Schéma simplifié d'une transmission haute fréquence unilatérale sur ligne. (Système de la American Telephone and Telegraph Company.)

Modulator . . . . lampe modulatrice.
Oscillator. . . . . générateur.
Demodulator. . . . . lampe démodulatrice (détection).
Amplifier. . . . . amplificatrice.
Line . . . . ligne.

La théorie de la modulation est maintenant bien connue et l'on sait que la superposition d'oscillations de fréquences différentes sur la grille de la lampe modulatrice fait naître dans le circuit d'utilisation une onde de forme complexe, décomposable en un grand nombre de fréquences simples. En téléphonie, chaque fréquence intervenant dans la composition de l'onde complexe qui résulte de l'action de la voix sur le microphone donne, à son tour, avec le courant porteur, une onde complexe dont il suffit, comme nous allons le voir, de préserver certaines fréquences composantes. Considérons par exemple

une composante harmonique de la voix, de fréquence $\frac{q}{2\pi}$, superposée à un courant porteur de fréquence $\frac{p}{2\pi}$ sur la grille d'une lampe modulatrice, le courant de plaque résultant est approximativement de la forme :

$$i = \mathrm{P}\,(1 + k \cos qt). \cos pt$$

qu'une simple opération trigonométrique transforme en :

$$i = \mathrm{P}. \cos pt + \frac{\mathrm{P}.\,k}{2} \left\{ \cos\,(p+q)\,t + \cos\,(p-q)\,t \right\}$$

Le courant d'utilisation présente ainsi trois composantes harmoniques dont deux seulement, les deux dernières, sont caractéristiques de la modulation effectuée. Les fréquences de ces deux composantes importantes sont l'une, la somme, l'autre la différence des fréquences du courant porteur et du courant modulateur, et leurs amplitudes sont proportionnelles au produit des amplitudes du courant porteur et du courant modulateur. La modulation a donc bien pour effet de transformer une onde de forme harmonique pure en une onde complexe décomposable en trois ondes harmoniques de fréquences différentes et à la réception il faudra prendre garde à ce fait pour la constitution des circuits d'accord.

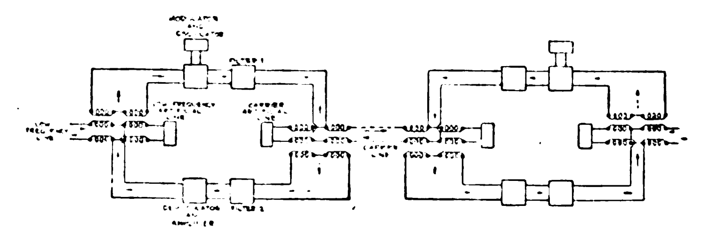


Fig. 3. — Schéma d'une communication bilatérale à haute fréquence, avec modulation commandée à distance.

Low frequency line.	Ligne basse fréquence.
— artificial line. . .	— artificielle.
Modulator and oscillator.	Modulation et génération.
Demodulator and amplifier . . .	Détection (démodulation) et amplification.
Filter 1, 2	Filtre 1, 2.
Carrier line.	Ligne haute fréquence.

Les fréquences importantes quand il s'agit de la transmission des paroles sont comprises, d'après les données généralement admises, entre 200 et 2 000 périodes par seconde. Ces fréquences devront être

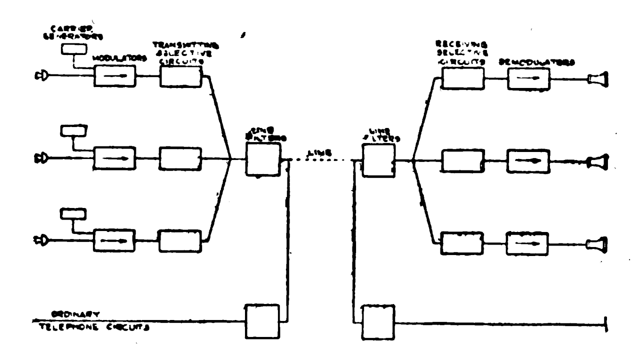


Fig. 4. — Emploi simultané, sur une même ligne, de la téléphonie ordinaire et d'un système de téléphonie haute fréquence multiple.

Carrier generators	Générateurs de courant porteur.
Modulators	Lampes modulatrices.
Transmitting selective circuits . .	Circuits sélectifs de transmission.
Line filters	Filtres de lignes.
Line.	Ligne.
Ordinary telephone circuits. . . .	Circuit téléphonique ordinaire.
Receiving selective circuits. . . .	Circuits sélectifs de réception.
Demodulators.	Lampes démodulatrices (détection).

transmises et reçues avec un rendement sensiblement équivalent si l'on veut assurer une bonne communication téléphonique. En radiotéléphonie, la fréquence porteuse est très élevée, de l'ordre de 500 000, et les fréquences résultant de la modulation ne diffèrent entre elles que d'un faible pourcentage de la fréquence de base. Pour 500 000 comme fréquence porteuse, les limites seront 498 000 et 502 000, différant entre elles de moins de 1 °/₀ de la fréquence de base. Dans ce cas, la réception peut s'effectuer par l'emploi des circuits accordés généralement en usage. Mais dans le cas de la radio sur lignes nous sommes limités à une petite gamme de fréquences porteuses utilisables, parce que l'atténuation le long de la ligne est une fonction rapidement croissante de la fréquence, et le rendement de la transmission baisse considérablement quand la fréquence croît. On emploie aux États-Unis des fréquences porteuses allant de 10 000 à 30 000, et pour une fréquence de 10 000, les fréquences extrêmes dues à la modulation par une fréquence de 2 000 diffèrent entre elles d'environ 33 °/₀. On pourrait cependant encore se servir des moyens ordinaires de réception mais à condition, évidemment, de n'employer que des circuits très peu sélectifs. On ferait ainsi, d'une part, baisser le rendement de la transmission, mais le plus grave inconvénient proviendrait d'autre part de la nécessité de séparer par un grand

intervalle de fréquences les transmissions sur canalisations adjacentes, pour se préserver des brouillages, et cela réduirait le nombre de transmissions possibles pour une gamme donnée de fréquences porteuses. Eu égard à l'accroissement rapide de l'atténuation avec la fréquence, on ne peut guère dépasser 30 000 comme fréquence porteuse pour transmettre à grande distance, et pour utiliser plusieurs canalisations à l'intérieur de cette limite, il est nécessaire qu'il puisse y avoir entre les fréquences porteuses utilisées un intervalle assez petit. Cette difficulté a été résolue par l'emploi des filtres

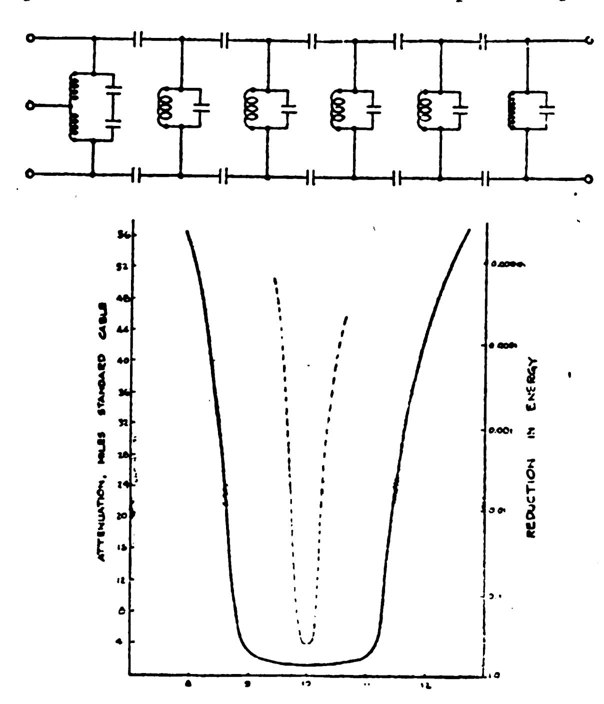


Fig. 5. — Schéma d'un filtre de bande et courbe de filtrage.

Atténuation, miles Standard cable .	Atténuation en miles de câble Standard.
Reduction in energy	Proportion d'énergie transmise en fonction de la fréquence.

haute fréquence. Grâce à eux il est devenu possible de transmettre une bande de fréquences à l'exclusion presque absolue des fréquences placées en dehors des frontières du filtre ; d'où l'emploi, sans inconvénient, pour différentes canalisations, de fréquences porteuses ne différant l'une de l'autre que de l'intervalle couvert par ces fréquences de modulation, et la possibilité de mettre en service un

certain nombre de lignes en n'employant qu'une gamme de fréquences relativement peu étendue. Bien plus, il a été démontré par l'expérience que des deux bandes de fréquences provoquées à l'entour de la fréquence porteuse par la modulation, une seule suffisait à assurer une bonne communication téléphonique, et l'on a pu ainsi, grâce encore à l'emploi des filtres de bandes, réduire considérablement l'intervalle de sécurité entre fréquences porteuses de transmissions adjacentes.

La figure 5 donne le schéma d'un type de filtre de bande et la courbe de filtrage obtenue. On voit ainsi que pour les fréquences allant de 9 à 11 kilocycles, l'énergie est presque intégralement transmise, mais presque entièrement absorbée, au contraire, pour des fréquences hors de ces positions.

Les filtres haute fréquence ont fait l'objet de nombreuses publications et s'il subsiste encore une certaine divergence d'opinion quant à la théorie, leur efficacité pratique ne fait plus l'objet d'aucun doute, et sans eux la radio sur lignes n'aurait sans doute pas pu prendre un aussi rapide développement et aboutir si vite à une application commerciale.

Il y avait un autre appareil de première importance pour le succès du système : le répéteur. Déjà en téléphonie ordinaire, cet appareil s'est trouvé nécessaire pour les communications à longue distance ; il est indispensable pour la radio sur lignes. Quelques calculs que nous avons eu l'occasion de faire au sujet de l'atténuation des courants haute fréquence le long des lignes le démontreront aisément. Ces calculs ont été effectués pour une ligne téléphonique aérienne et pour un câble souterrain.

1° *Ligne téléphonique aérienne ouverte.*

Fil de 4,19 mm de diamètre.
Distance entre fils, 30^{cm}5.
Constantes en courant continu :

Résistance......	R = 4,14	ohms	par mille double.
(1 mille du fil aller, 1 mille du fil retour).			
Inductance......	L = 0,0037	henries	par mille double.
Capacité......	C = 0,00914	μF	—
Résistance de fuite..	G = 0,05	microhms	—

En haute fréquence la constante G est beaucoup plus grande et a été prise dans les calculs égale à 1 000 fois la valeur ci-dessus consi-

gnée. On a tenu compte, par le calcul, de l'augmentation du coefficient R avec la fréquence.

L'atténuation a été déterminée à l'aide du coefficient α répondant à la formule :

$$\alpha = \frac{1}{2} \left\{ R\sqrt{\frac{C}{L}} + G\sqrt{\frac{L}{C}} \right\}$$

et on a obtenu le tableau suivant :

Fréquence	Résistance	α	$e^{-\alpha l}$	
			$l = 100$ milles	$l = 200$ milles
30 000	12,5	0,026	0,074	0,0055
50 000	15.8	0,020	0,061	0,00037
100.000	21,9	0,033	0,037	0,00013
300 000	37,2	0,046	0,010	0,0001
1.000.000	67,1	0,070	0,0000	0,00000087

La dernière colonne donne le rapport entre l'intensité du courant reçu et celle du courant transmis.

2° *Câble téléphonique souterrain* : diamètre 1,83 mm.

Constantes en courant continu :

R = 22 ohms par mille double
(1 mille de conducteur aller, 1 mille de conducteur retour);
C = 0,062 μF;
L = 1 mH (câble pupinisé).

Fréquence	R	α	$e^{-\alpha l}$	
			$l = 10$ milles	$l = 20$ milles
50 000	40.5	0,16	0,20	0,041
100.000	54	0,21	0,12	0,015
300 000	89.5	0,35	0,30	0,0009
1.000 000	159	0,62	0,002	0.000004

Pour un câble non pupinisé l'inductance est négligeable et dans ce cas α est donné par

$$\alpha = \sqrt{\frac{RC\omega}{1}}.$$

On obtient :

Fréquence	Résistance	α	$e^{-\alpha l}$	
			$l = 1$ mille	$l = 7$ milles
50 000	40,5	0,63	0,53	0,012
100.000	54	1,02	0,36	0,0008
300 000	89,5	2,29	0,100	0,0000001
1 000 000	159	5,56	0,0036	

Il est évident à l'inspection de ces nombres qu'à moins de ménager des moyens d'amplifier l'énergie transmise en certains points du parcours, il faudra pour obtenir une communication à longue distance, employer du côté émetteur une énergie considérable. On peut cependant, grâce à l'extrême sensibilité des détecteurs et amplificateurs actuellement employés, réussir des transmissions sans répéteurs couvrant des distances de l'ordre de quelques centaines de milles : il ressort de calculs que nous avons eu l'occasion de faire, que quelques watts à l'entrée doivent permettre d'assurer une communication téléphonique à 500 milles environ. Le système sans répéteur est en usage entre Berlin et Munich, ce qui fait environ 400 milles ; mais là ceci ne va pas sans difficultés, dues à l'importance de l'énergie nécessaire à la transmission d'une part et d'autre part aux brouillages plus puissants qu'amène l'emploi d'une énergie haute fréquence plus grande sur les circuits voisins. Ces difficultés ont entièrement disparu grâce à l'emploi de répéteurs amplificateurs en des points appropriés du parcours. L'adaptation des triodes à cet usage et la recherche de montages applicables aux transmissions bilatérales a fait l'objet d'études considérables qui nous entraîneraient malheureusement trop loin de notre sujet.

L'expérience, aux États-Unis, a montré qu'il y avait avantage à n'employer que peu d'énergie à l'entrée, quitte à placer d'assez fréquentes stations de répéteurs-amplificateurs le long de la ligne. De Détroit à Harrisburg, par exemple, soit une distance de 596 milles, il a été installé trois répéteurs répartis comme il suit :

Détroit ←(78 milles)→ Mauwee ←(63 milles)→ Beaver Dawn

Beaver Dawn ←(248 milles)→ Pittsburg ←(207 milles)→ Harrisburg

***

Une autre modification très importante au système primitif de transmission par haute fréquence sur ligne a été introduite récemment dans la pratique : c'est la suppression du courant porteur. Nous avons déjà eu l'occasion d'indiquer qu'une onde modulée pou-

vait être considérée comme la somme de trois composantes. Si l'onde porteuse est de fréquence $\frac{p}{2\pi}$, la fréquence de modulation $\frac{q}{2\pi}$, les trois composantes ont respectivement comme fréquences :

$$\frac{p-q}{2\pi} \quad \frac{p}{2\pi} \quad \frac{p+q}{2\pi}.$$

Tout se passe comme si ces trois ondes se transmettaient indépendamment l'une de l'autre pour se recomposer à l'arrivée. Or, seules les ondes de fréquences $\frac{p-q}{2\pi}$, $\frac{p+q}{2\pi}$ sont caractéristiques de la signalisation effectuée, l'onde de fréquence $\frac{p}{2\pi}$ ne devenant utile qu'au moment de la démodulation. L'idée est venue de supprimer cette onde porteuse, et de suppléer à cette suppression en produisant, à la réception, une oscillation locale de même fréquence. Cette conception a des analogies avec la réception des signaux télégraphiques par la méthode hétérodyne. Quand Fessenden inventa cette méthode de réception, il proposa en effet l'émission simultanée de deux ondes de fréquences voisines, ces deux ondes interférant à l'arrivée dans les circuits récepteurs. Mais bientôt l'idée ingénieuse lui vint de supprimer l'une des deux ondes à émettre, en remplaçant cette émission par la production locale de cette onde à la réception, et il en est résulté un gain énorme de rendement dans les transmissions radiotélégraphiques. De même dans la transmission avec suppression de courant porteur, ce courant est suppléé localement à la réception, et on n'a plus à transmettre que les bandes de fréquences dues à la modulation d'où une réduction sensible de l'énergie nécessaire à la transmission. Un autre avantage du système provient de la moindre influence qu'exercent ainsi les variations des constantes de la ligne, dues aux conditions atmosphériques ou à toute autre cause. L'effet utile sur le détecteur est en effet proportionnel au produit de l'amplitude du courant porteur par l'amplitude des composantes de modulation, de sorte que dans la transmission avec courant porteur l'influence des variations de la ligne se traduit par un facteur qui est sensiblement égal au carré du facteur introduit par ces mêmes variations lorsque seule la fréquence de bande est transmise, et le courant porteur suppléé localement. L'élimination de la fréquence porteuse peut être effectuée grâce à l'emploi de circuits filtreurs, mais il est de beaucoup préférable d'employer le montage de deux lampes modulatrices compensées, tel qu'il est indiqué schématiquement figure 6.

Dans ce montage, la fréquence porteuse est appliquée aux grilles

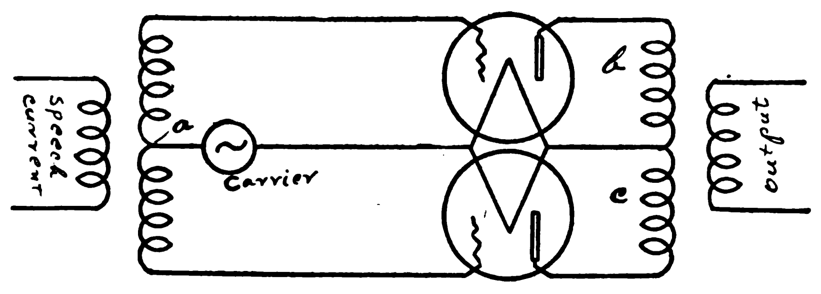


Fig. 6. — Montage pour la suppression du courant porteur (balanced modulator).
Carrier . . . . Courant porteur.
Speech current . . . . Courant téléphonique.
Output . . . . Circuit d'utilisation.

modulatrices entre le point milieu du secondaire du transformateur (*a*) et les filaments, les fréquences de modulation étant appliquées au primaire du même transformateur. Quand il n'y a pas de courant téléphonique, et que les lampes et transformateurs sont construits de façon parfaitement symétrique, il n'y a aucun courant transmis, l'excitation des grilles par le courant porteur appliquant à ces grilles des tensions égales, d'où naissent en (*b*) et (*c*) des courants égaux et opposées. Mais si l'on envoie à l'entrée du courant de fréquence téléphonique, les lampes sont mises en déséquilibre électrique, et il naît un courant d'utilisation proportionnel au déséquilibre, et ce courant d'utilisation n'a pas de composante de fréquence porteuse. On trouve la théorie détaillée du fonctionnement de ce système dans le brevet américain accordé à John R. Carson pour cette intéressante innovation.

La place nous manquerait pour aller au fond des questions soulevées par notre très intéressant problème. Nous nous bornerons à reproduire ici quelques nombres récemment publiés par la American Telephone and Telegraph Company, qui montrent bien la rapide extension du système en Amérique :

Téléphonie par radio sur lignes	Nombre de canalisations	Milles	Milles installés
Harrisburg-Chicago, ...	4	742	2.960
Boston-Bangor	4	250	1.000
San Francisco-Los Angeles	4	446	1.784
Harrisburg-Detroit	3	605	1.815
Boston-Burlington . . .	1	284	284
Oakland-Portland.	3	735	2.205
Pittsburgh-Chicago.	6	552	3 312
Chicago-Detroit	4	327	1 307
Total.	29	3 941	14 676

Télégraphie par radio sur lignes	Nombre de canalisations	Milles	Milles installés
Washington-Atlanta	8	647	5.176
Harrisburg-Chicago	18	749	13.482
Oakland-Portland.	10	735	7.350
Chicago-Omaha.	20	495	9.900
Chicago-Pittsburgh (via Terre Haute)	20	634	12.680
Chicago-Pittsburgh (via Indianapolis)	8	588	4.704
Key West-Habana	3	115	345
Chicago-Minneapolis	10	424	4.240
Chicago-Saint-Louis	10	333	3.330
Saint Louis-Kansas City	10	294	2.940
Omaha-Denver	10	584	5.840
Denver-Salt Lake City.	8	580	4.640
Salt Lake City-Oakland.	6	771	4.626
San Francisco-Los Angeles	10	446	4 460
Total.	151	7.395	83 713

Et voici, pour finir, quel avenir prédisait à la radio sur lignes un ingénieur américain de la American Telephone and Telegraph Company dans une récente publication :

« On peut prévoir pour les dix prochaines années l'installation de 5 à 10000 milles de radiotéléphonie sur lignes par année et de 20000 à 30000 milles de radiotélégraphie sur lignes. Entre temps des progrès viendront sans doute simplifier les montages, faisant baisser le prix de revient et provoquant l'installation du système sur une plus grande échelle. Mais dès maintenant, le nombre de milles installés et en service constitue une part importante du réseau total du « Bell System » et l'extension de ce moyen de communications depuis les essais de 1918 entre Baltimore et Pittsburg s'est montrée étonnamment rapide. »

Si l'on veut bien considérer que le développement commercial actuel ne date que de six années, on se rendra compte que la radio sur lignes représente une très remarquable découverte et l'on peut bien augurer de cette innovation dans l'art des communications électriques.

L. Cohen.

RECHERCHES RADIOGONIOMÉTRIQUES SUR LA MARCHE DES TYPHONS

Par M. E. GHERZI, S. J.
de l'Observatoire de Zikawei (Chang-Haï).

Nous allons exposer dans cet article une série de recherches effectuées à l'Observatoire de Zikawei, de juin à octobre 1923, dans le but d'étudier les rapports entre les mouvements des typhons et les atmosphériques.

Ayant pu constater nous-mêmes l'exactitude des conclusions de MM. Rothé et Lacoste (1) au sujet des dépressions continentales et des orages d'été, nous avons voulu appliquer la même méthode aux centres cycloniques des typhons pour voir si eux aussi pouvaient être retrouvés et suivis avec un cadre mobile.

Ceci nous paraissait devoir être d'autant plus intéressant que déjà, par l'écoute sur antenne (2), nous avions constaté, phénomène assez curieux, une diminution très marquée des décharges atmosphériques pendant l'approche de ces centres typhoniques.

Les tableaux que nous avions pu dresser grâce à l'obligeance de M. Macari, directeur de la Station Radio de Chang-Haï, nous avaient déjà montré que les typhons ne gênaient en rien la réception de Croix-d'Hins, même lorsque le centre typhonique était tout près de nous. Les dires des opérateurs qui avaient fait l'écoute sur l'onde amortie de 600 m s'étaient vérifiés aussi pour l'onde entretenue de L Y (3).

---

(1) Rothé : Sur la radiogoniométrie des parasites atmosphériques et la prévision du temps. *Onde Électrique*, n° 13, pp. 7-19. Janvier 1923.

(2) Cf. La réception à Chang-Haï des signaux de la Croix-d'Hins, pendant l'année 1922, par le P. E. Gherzi. — Observatoire de Zikawei, 1923.

(3) Dans notre travail sur la réception de Croix-d'Hins à Chang-Haï, nous avons fait remarquer que pendant l'année 1922, la recrudescence des atmosphériques aux heures variées de l'écoute (4 h. 5 h, 7 h, 10 h, 11 h du matin et 9 h et 10 h du soir) avait coïncidé avec l'arrivée rapide de centres anticycloniques dans la vallée du Fleuve Bleu, c'est-à-dire avec une arrivée d'air polaire. Nous sommes heureux de voir ces résultats en parfait accord avec les vues de M. Bureau qui disait dans une note récente :

« En comparant les résultats déjà publiés de mesures radiogoniométriques avec les situations météorologiques correspondantes, on constate que les atmosphériques semblent toujours provenir de régions sur lesquelles passe une masse d'air polaire frais (hausse barométrique accompagnée de refroidissement, d'éclaircies et éventuellement d'averses, de grains, d'orages, l'ensemble de ces phénomènes ayant en général été précédé par le passage d'une bande pluvieuse). Les atmosphériques provenant d'une zone orageuse ne sont qu'un cas particulier des

***

L'établissement, à l'observatoire, d'un grand cadre avec récepteur puissant nous ouvrait une nouvelle voie, plus sûre, pour compléter cette recherche.

Peut-on découvrir et suivre un typhon dans sa trajectoire en recherchant la région d'où semble venir le plus grand nombre des atmosphériques, ainsi que cela se pratique en Europe et chez nous à l'occasion des dépressions continentales et des orages d'été? Tel est le problème que nous avons cherché à résoudre.

Un mot tout d'abord sur notre manière d'opérer avec le cadre. Pour éviter dans ces expériences de n'être bien réglé que sur une seule longueur d'onde, nous avons utilisé comme amplificateur l'appareil bien connu à huit lampes, dit B R 8 (¹). Cet appareil, spécialement adapté aux réceptions sur cadre, a l'avantage de ne posséder aucune longueur d'onde favorisée et donne un rendement presque uniforme depuis 1 000 m jusqu'à 30 000 m.

Nous recherchions le centre perturbateur en déterminant la position pour laquelle on avait à l'écoute le moins d'atmosphériques pendant un intervalle de plusieurs minutes; on retournait plusieurs fois le cadre et on recommençait la mesure dans les cas peu nets. La région à angle droit avec celle de l'extinction était admise comme la région du maximum. Ajoutons que notre installation est telle qu'en faisant tourner le cadre on ne peut pas voir la position qu'on lui fait occuper par rapport au nord géographique. Nous voulions ainsi éviter toute autosuggestion dans des cas douteux et dans des mesures successives (²).

Nous nous sommes bornés à rechercher la position du centre typhonique d'après les seize directions principales de la rose des vents car il est rarement possible de déterminer à quelques degrés près le point d'où provient le plus d'atmosphériques (³). Cette

atmosphériques d'une masse d'air polaire frais. » (*C. R. Ac. des Sc.*, t. 178, 1924, p. 555. *Onde Électrique*, n° 32, août 1924.)

Tout en faisant nos réserves pour ce qui concerne les orages ou les zones orageuses dans les pays tropicaux où le front polaire ne semble pas pouvoir intervenir, nous pensons que ce mélange plus ou moins tourbillonnaire d'air froid et d'air chaud dans les dépressions peut probablement être admis même ici dans les cas de dépressions continentales, presque toujours suivies par une arrivée d'anticyclone qui se déplace, à leur suite, venant de Sibérie, le long de la vallée du Fleuve Bleu.

(¹) Six étages haute fréquence à résistances, deux basses fréquences à transformateurs, un compensateur. Cf. Brillouin, *Onde Électrique*, février 1922.

(²) Ceci fut surtout utile dans la mesure des relèvements des stations d'Europe et d'Amérique.

(³) Nous n'avons pas cherché l'endroit d'où semblaient venir les décharges les plus violentes, mais l'endroit d'où nous parvenait le plus grand nombre des décharges. Les premières ont lieu d'habitude au zénith de l'endroit où l'on

manière de relever est d'ailleurs plus que suffisante pour prouver que le centre d'un typhon ne semble pas pouvoir être trouvé ni suivi en recherchant la région d'où semblent arriver les décharges atmosphériques.

Nous parlerons plus loin des lois que M. Lacoste propose dans l'ouvrage cité plus haut ([1]).

Donnons auparavant le détail de l'enquête. Elle embrasse onze typhons dont quelques-uns sont passés très près de nous et ont pu être suivis sur nos cartes avec une approximation suffisante pour que leur position sur une des seize principales directions de la rose des vents ne puisse faire aucun doute.

On trouvera dans le tableau suivant :

Les dates ;

La position du centre cyclonique d'après notre service du temps ;

La position du centre d'où émanaient les atmosphériques ;

Les heures de cette comparaison entre la position du typhon et le centre des décharges.

1°) *Typhons éloignés.*

Dates.	Heures.	Position du typhon.	Position du centre des parasites atmosphériques.
1er Juillet	18 h	Au Koang-Tong. *SW de Zikawei.*	N ou S peu net.
2 —	18 h	Au Koang-Tong. *WSW de Zikawei.* Marchant vers l'WNW.	9 h. Même intensité dans tous les azimuts. 14 h. NE-SW peu net. 16 h. NE-SW plus net. 21 h. N-S avec orages.
3 —	18 h	Typhon se dissipe au Yunnan. *WSW de Zikawei.*	9 h. NE-SW peu net. 11 h. NE-SW — 15 h. Même chose dans tous les azimuts.
19 —	18 h	Typhon sur la mer de Chine marchant vers l'WNW. *SSW de Zikawei.*	10 h. WNW ou ESE. 18 h. WNW ou ESE.

observe, tandis que les autres viennent des différents points de l'horizon ; tant que le centre atmosphérique perturbateur qu'on recherche n'est pas au-dessus de la station goniométrique, il va de soi que la recherche doit surtout scruter l'horizon et non pas le zénith.

([1]) Cf. M. E. Rothé, *op. cit.*, p. 16.

Dates.	Heures	Position du typhon.	Position du centre des parasites atmosphériques.
22 Juillet	18 h	Deux typhons : l'un passe près de Hongkong vers l'W. *Centre au SW de Zikawei.* L'autre à l'E de Luçon monte vers l'WNW. *Centre au SSE de Zikawei.*	11 h. WNW-ESE. 14 h. W-E. 17 h. WNW-ESE.
23 —	18 h	Deux typhons : l'un au Koang-Tong. *SW de Zikawei.* L'autre à l'E de Luçon. *SSE de Zikawei.*	10 h. WNW-ESE. 18 h. NW-SE.
24 —	18 h	Un typhon à l'ENE de Luçon, marchant vers l'WNW. *Centre au S 1/4 E de Zikawei.*	10 h. Même chose dans tous les azimuts. 18 h. WNW-ESE orageux.
25 —	18 h	Typhon sur le Canal Ballintang marchant vers l'WNW. *Centre au S de Zikawei.*	8 h. Peu de chose dans tous les azimuts. 18 h. Peu de chose dans tous les azimuts.
26 —	18 h	Typhon au N des Pratas. *Centre au SSW de Zikawei.*	9 h. NNW-SSE. 15 h. NNW-SSE.
27 —	18 h	Typhon passe au N, près de Hongkong vers l'WNW. *Centre au SSW de Zikawei puis au SW.*	9 h. WNW-ESE. 21 h. NNW-SSE net.
28 —	18 h	Typhon arrive dans le Yunnan. *Centre au SW de Zikawei.*	11 h. WNW-ESE. 18 h. W-E peu net.
29 —	18 h	Typhon se perd au Tonkin. *Centre au SW de Zikawei.* Un autre typhon paraît au N de Yap, à plus de 3 000 km de distance. *Centre au SE de Zikawei.*	14 h. NW-SE net. 21 h. NW-SE net.
30 —	18 h	Typhon sur le Pacifique monte vers le NW, à plus de 2 000 km de distance. *Centre au SE de Zikawei.*	8 h. Rien dans tous les azimuts. 17 h. Même intensité modérée dans tous les azimuts.

2°) *Typhons près de nos côtes.*

Dates.	Heures.	Position du typhon.	Position du centre des parasites atmosphériques.
6 Août	18 h	Typhon violent à l'E, près de Naha, marchant vers le NW. *Centre à l'ESE de Zikawei.*	14 h. WNW-ESE. 18 h. WNW-ESE.
7 —	18 h	Typhon près de Wentcheou (Tchékiang) marchant vers l'WNW, 400 km de distance. *Centre au S et SSW de Zikawei.*	8 h. Mêmes atmosphériques, très faibles dans tous les azimuts. 15 h. WNW-ESE crachements, modérées sur amorties (antenne et amplif. 3 lampes basse fréquence après galène) : quelques coups secs mais pas orageux. 21 h. N-S. Peu net : peu de chose.
8 -	18 h	Typhon au S. près de Kieou-Kiang (Kiang-Si) marchant vers l'WNW. *Centre au SW de Zikawei.*	9 h. WNW-ESE. Peu de chose. 17 h. WNW-ESE. Assez net.
9 —	18 h	Typhon au S de Han-kéou. *Centre au SW de Zikawei.* Nouveau typhon très violent (710 mm à une station) au S de Ishigakijhima, 900 km. *SE ou SSE de Zikawei.*	9 h. Même chose dans tous les azimuts et décharges plus fréquentes que le 8. 21 h. NW-SE.
10 —	18 h	Typhon violent passe tout près de l'île Ishigakijima vers le NW, à 800 km. *Centre au SSE de Zikawei.*	9 h. NNW-SSE. Quelques coups orageux. 15 h. NE-SW. N. B. — Le typhon (1) à ce moment est au SSE de Zikawei. 17 h. Rien sur la réception des ondes amorties. Peu de chose sur l'onde entretenue. 18 h. NE-SW. Peu de chose.

(1) D'après le *Journal de bord du grand paquebot anglais « Empress of Russia »*, command. O.-J. Osken, de la Cie Canadian Pacific, le centre du typhon passe au sud du méridien de Zikawei le lendemain vers 4 h du matin par 27° de latitude environ. Nous citerons plus loin le rapport que nous fit l'officier radio au sujet des décharges atmosphériques remarquées à l'occasion de ce typhon que frôla le navire.

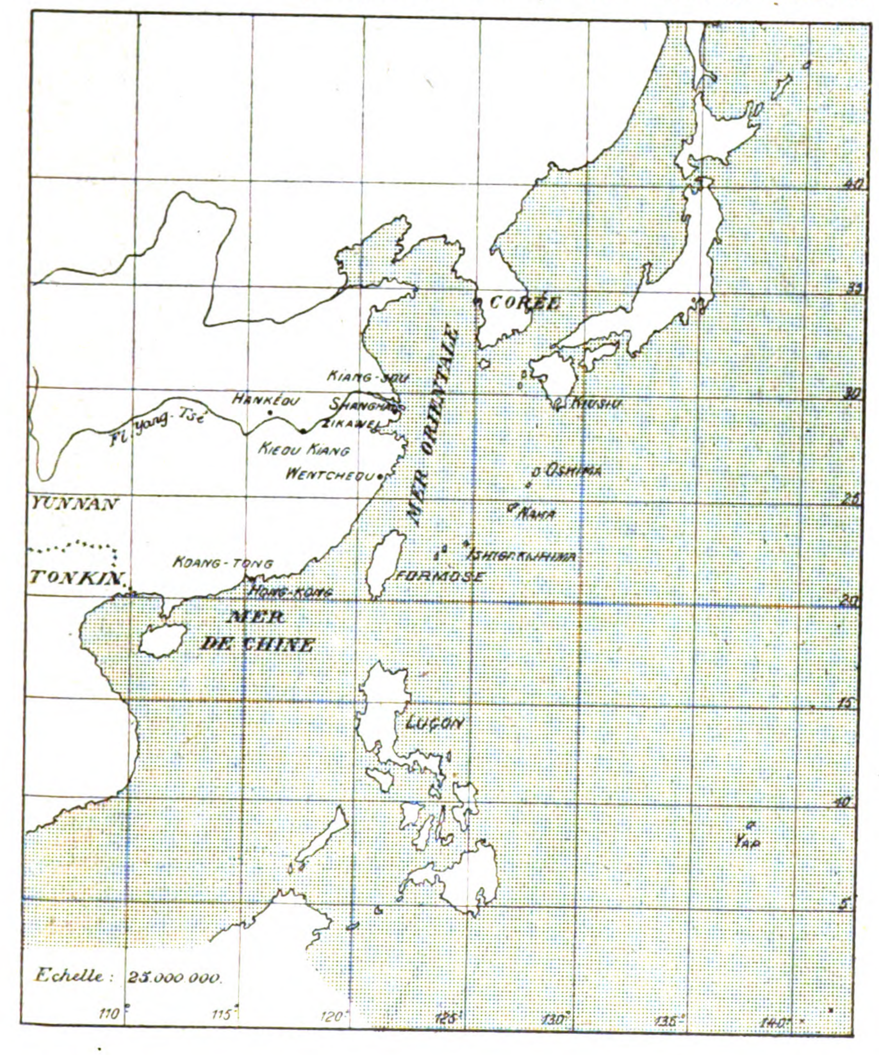
Dates.	Heures.	Position du typhon.	Position du centre des parasites atmosphériques.
11 Août	18 h	Le typhon à la côte près de Wentcheou dans la matinée, à près de 300 ou 400 km de Zikawei. *Centre au SSW de Zikawei à 18 h monte vers le NW ou le NNW.*	11 h. NNW-SSE. Peu de chose. 21 h. W-E. Le typhon passe à l'ouest de Zikawei à quelques 100 km. Peu de chose.
12 —	18 h	Le typhon continue sa marche à travers le Kiang-Sou vers le N. *Centre au NW puis au NNW de Zikawei.*	9 h. W-E. Peu de chose. 18 h. Même chose dans tous les azimuts. Intensité très modérée.
22 —	18 h	Typhon violent passe près de l'île Oshima dans la direction de l'WNW ou l'W, à 800 km. *Centre à l'E ou à l'ESE de Zikawei.*	9 h et dans la journée presque rien.
23 —	18 h	Le typhon approche de nos côtes en montant vers le NW, à 200 km. *Centre au SE de Zikawei.*	10 h. Sur amorties, presque rien. Sur ondes entretenues : ENE-WSW, très peu de chose. 18 h. N-S. Peu de chose. 21 h. NE-SW. Peu de chose sur amorties. A ce moment le typhon est au SE de Zikawei et à 150 km de distance.
24 —	18 h	Le typhon passe vers 9 h tout près à l'E de l'embouchure du Yangtse et monte au NNW. *Centre (à moins de 150 km) à l'E de Zikawei puis au NE (vers 18 h ou 21 h).*	8 h. Presque rien (ondes amorties et entretenues). 9 h. NE-SW. Peu de chose : à cette heure au sémaphore de Gutzlaff, à l'entrée du Yangtse, le vent est coté force 12 (ouragan) et le vent NNW indique que le centre passe à l'E de Zikawei. 14 h. NE-SW. 18 h. ENE-WSW. Peu de chose. 21 h. ENE-WSW. Sur amorties, presque rien.
25 —	18 h	Le typhon s'éloigne rapidement vers le N ou le N 1/4 E. *Centre au N ou au NNE de Zikawei.*	8 h. Presque rien sur les amorties et les entretenues. 21 h. E-W : faible.

Dates.	Heures.	Position du typhon.	Position du centre des parasites atmosphériques.
26 Août	18 h	Typhon sur la Corée marchant vers le NE. *Centre au NE de Zikawei.*	9 h. Presque rien. 14 h. Moyenne intensité, la même dans tous les azimuts. 21 h. ENE-WSW. Peu de chose.
27 —	18 h	Typhon au S de l'île Naha marchant vers le NW, à 900 km. *Centre au SE de Zikawei.*	8 h. Presque rien dans tous les azimuts. 11 h. Presque rien dans tous les azimuts. 14 h. ENE-WSW. Peu net. 21 h. Dans tous les azimuts et très forts.
28 —	18 h	Typhon à l'W de Naha, marchant vers le NW, à 800 km. *Centre au SE de Zikawei.*	8 h. NNE-SSW. Ass. forts. 18 h. NE-SW. Très forts. (Dépression au Kiang-Si, c'est-à-dire à 300 km au SW de Zikawei).
29 —	18 h	Typhon au milieu de la Mer Orientale marchant vers le NNW ou le N. *Centre (à 400 km) à l'E 1/4 S de Zikawei, puis à l'E.*	8 h. Azimut pas net. 14 h. Net et décharges orageuses NE-SW. 18 h. NE-SW. Clair et décharges orageuses (dépression stationnaire au Kiang-Si).
30 —	18 h	Typhon au SW et près de Kiusiu marchant au NE, à 800 km. *Centre à l'ENE de Zikawei.*	11 h. Peu de choses dans tous les azimuts. 18 h. Peu de choses dans tous les azimuts.
1er Sept.	18 h	Typhon sur Kiusiu marchant au NE. *Centre à l'ENE de Zikawei.*	8 h et 14 h. NE-SW. Dépression du Kiang-Si avance vers le NE. 21 h. Même forte intensité dans tous les azimuts.
13 —	18 h	Typhon dans le Canal de Formose marchant vers le SW. *Centre au SSW de Zikawei.*	9 h. Presque rien dans tous les azimuts. 21 h. NE-SW.
14 —	18 h	Typhon à l'W près des îles Ryûkyû, marchant vers le N ou le NNE, à 1.000 km. *Centre à l'E de Zikawei.*	9 h. Presque rien. 21 h. Presque rien.
15 —	18 h	Typhon à l'E de Kiusiu marchant vers le NNE. *Centre à l'ENE de Zikawei.*	9 h. NW-SE. 18 h. NNW-SSE.

Dates.	Heures.	Position du typhon.	Position du centre des parasites atmosphériques.
24 Sept.	18 h	Typhon au NE de Luçon marchant vers le NNE. *Centre au SE de Zikawei.*	6 h. Peu de chose dans tous les azimuts. 10 h. Peu de chose dans tous les azimuts. 18 h. WNW-ESE.
25 —	18 h	Typhon violent passe à l'E de Kiusiu vers le NE. *Centre à l'ENE de Zikawei.*	6 h. Peu de chose dans tous les azimuts. 10 h. Peu de chose dans tous les azimuts. 21 h. ENE-WSW. Très net.
28 —	18 h	Typhon violent au SE de Formose marchant vers le NW, à 1 000 km. *Centre au SE de Zikawei.*	9 h. ENE-WSW. Peu net. 21 h. ENE-WSW. Peu net.
29 —	18 h	Typhon à l'E de Formose marchant vers le NW, à 900 km. *Centre au SSE de Zikawei.*	15 h. Assez forts dans tous les azimuts. 21 h. ENE-WSW. Net.
30 —	18 h	Typhon sur le SE de la Mer Orientale marchant vers l'WNW ou l'W, à 700 km. *Centre au SE de Zikawei.*	8 h. ENE-WSW. Avec quelques décharges orageuses. 16 h. NE-SW. Assez net. 21 h. NE-SW. Assez net et fortes décharges.
1er Octob.	18 h	Typhon au N de Formose marchant vers l'WSW, à 700 km. *Centre au S de Zikawei.*	8 h NE-SW, 10 h NE-SW et 18 h ENE-WSW. Arrivée d'un anticylone dans la vallée du Yang-Tsé qui refoule le typhon.
2 —	18 h	Typhon sur le Canal de Formose marchant vers le SW, à 800 km. *Centre au SSW de Zikawei.*	21 h. NE-SW.

N. B. — L'écoute a toujours été faite par le même observateur dans les mêmes conditions; l'état de charge des accumulateurs et le choix des lampes employées étaient soigneusement surveillés. On sait que ces précautions élémentaires, sont pourtant essentielles pour éviter la confusion des décharges véritables, avec les crépitements ou les sifflements causés par quelques défauts dans l'appareil récepteur. Pour éviter aussi l'influence de causes électriques voisines, le cadre n'a jamais été relié à la terre, la capacité entre les accumulateurs et le sol et l'effet-antenne dû aux deux fils qui reliaient le cadre dans la chambre du premier étage de l'observatoire au récepteur situé juste au-dessous, au rez-de-chaussée, ont été réduits au minimum. Le cadre est un hexagone régulier de 2 m de côté : l'enroulement comporte 64 spires en câble de cuivre rouge de 3 mm de diamètre nu et isolé par des isolateurs en porcelaine; les spires sont séparées de 2 à 3 cm l'une de l'autre.

La lecture de ces quelques observations aura, pensons-nous, suffisamment montré l'exactitude de ce que nous avons avancé plus haut. Ainsi, pendant la saison des typhons de 1923 nous n'avons pas réussi à trouver la position du centre de la tempête, ni à la suivre dans sa marche. Les quelques lectures qui donnèrent des azimuts



assez proches de la vérité sont trop peu nombreuses et trop peu nettes pour contrebalancer les cas où, le typhon étant tout près, le relèvement indiquait des positions à angle droit.

Or nous avons déjà dit qu'en hiver ou au printemps, nous avions très bien pu suivre les centres *non typhoniques*, mais pourtant

cycloniques, dans leur marche sur terre ou sur mer, en opérant dans des conditions identiques. Dans ce dernier cas, comme dans le cas des dépressions, les orages dans le secteur est ou sud-est du tourbillon sont assez communs, tandis que ces phénomènes électriques sont au contraire plutôt rares dans les typhons. Cela pourrait déjà indiquer une cause de notre insuccès. D'autre part, comme l'a fait remarquer M. Rothé, des crépitements accompagnent souvent la pluie, dans les dépressions. Pourquoi dans les typhons, qui comportent de véritables averses diluviennes, ces crépitements et autres parasites sont-ils absents?

Nos recherches sur cadre sont corroborées par l'expérience de MM. Filippetti et Poulet, opérateurs de la station radio commerciale de Chang-Haï (Koukaza, F F Z). Leur onde de veille s'échelonne entre 600 m et 1 200 m pour la réception des amorties. Or, leurs rapports affirment nettement que la réception est grandement *améliorée* par le passage d'un typhon dans le voisinage de la station. « Un typhon balaye l'atmosphère, la nettoie, pour plusieurs jours. »

Nous avons pensé que l'avis des radios des paquebots qui auraient été pris dans un typhon confirmerait bien ces affirmations qui peuvent paraître extraordinaires aux habitués des régions d'Europe ou aux opérateurs qui naviguent sur l'Océan Atlantique.

Nous avons donc choisi deux cas très nets où le navire avait été sûrement dans le centre d'un typhon. C'est tout d'abord le grand paquebot *Empress of Russia*. D'après l'officier radio en chef, à 200 milles du typhon, les atmosphériques, quoique modérés, se faisaient sentir et sur le journal tenu par l'opérateur on pouvait lire l'abréviation convenue Q. R. N. Cependant, dès que le navire fut dans la zone du typhon, la réception devint bien meilleure et le radiotélégramme que nous avions fait expédier d'urgence au commandant par la station de Chang-Haï, avait été très facilement reçu. A ce moment (20 h 15), le paquebot subissait l'ouragan et à la suite de notre dépêche mettait le cap vers le sud pour échapper au tourbillon qui avançait vers le N.-W. Le deuxième cas concerne le *Trieste* du Lloyd Triestino lors du typhon qui passa près de Chang-Haï les 24 et 25 août 1923. Le navire à cause d'un récif qui se trouvait à sa gauche, en revenant du Japon à Chang-Haï n'avait pas pu de suite faire route vers le S.-E. comme l'avait déjà fait l'*Empress of Asia* de la Compagnie Canadian Pacific, revenant lui aussi de Kobé. Après quelques heures de lutte avec la tempête, le paquebot fut entraîné en dérive dans le typhon et resta six longues heures sans pouvoir gouverner. Heureusement, il put enfin se dégager et rentrer au port.

Or l'officier radio, qui pendant ces moments d'angoisse n'avait pas quitté son casque, écrivit dans son rapport : « La réception fut tout le temps excellente; aucune décharge ne fut remarquée. » Même en supposant que l'inquiétude et le sentiment que le salut du paquebot dépendait en grande partie de l'opérateur radio, ait fait, pour ainsi dire, oublier certaines petites difficultés de réception qui eussent été relatées dans le cas d'une traversée plus tranquille, il est pourtant probable que des décharges vraiment fortes auraient été notées. A cette occasion, nous eûmes d'ailleurs à envoyer la position estimée du centre du typhon, dans un message qui fut bien reçu et encouragea le commandant à continuer, pendant ces six longues heures, la manœuvre commencée avant la réception de notre dépêche.

Ces deux témoignages, joints aux résultats obtenus ici à Chang Haï, semblent donc bien prouver que le *typhon*, à l'encontre des *cyclones d'origine continentale* (ou plus exactement, issus de la zone au nord des tropiques), ne comporte pas de centre producteur de décharges électriques qui permette de le suivre dans sa marche.

Comment expliquer cette différence d'activité électrique dans deux régimes atmosphériques également cycloniques? La conception de M. Bureau, citée au début de notre article, nous semble bien expliquer les faits. Le mélange de l'air polaire avec l'air équatorial, qui semble bien constituer la dépression originaire des zones au delà des tropiques, ne doit pas se retrouver dans le tourbillon cyclonique du typhon [1]. Seules des observations basées sur des sondages aériens, exécutés dans la couche du typhon, pourraient nous montrer si la coupe de ces tourbillons est semblable à celle des bourrasques extra-tropicales. Ces données nous manquent et seront très difficiles à obtenir, étant donnée la violence extrême de ces météores.

Le fait que les cirri, c'est-à-dire les hautes couches atmosphériques, ne semblent pas atteintes par le sommet du tourbillon typhonique est la seule donnée qui semble exclure du typhon le mélange de deux espèces d'air.

Ce fait pourrait peut-être donner une explication partielle de notre insuccès à trouver et à suivre dans sa marche le centre d'un typhon même très voisin de notre observatoire.

Nous publierons dans un prochain article les résultats de nos relèvements de stations éloignées.

E. GHERZI, S. J.

---

(1) Voir aussi l'article de Mr. A.-H.-R. Goldie, " The distribution of the temperature in the upper air. " *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. London, Jan. 1923, p. 15, où il est parlé de ce mélange d'air équatorial et polaire révélé par les sondages des centres dépressionnaires extratropicaux.



ÉTUDE SUR LES IRRÉGULARITÉS DE PROPAGATION DES ONDES COURTES (1)

Par M. M. LARDRY

Membre du Bureau de Coordination des Observations scientifiques d'Amateurs (U. R. S. I.)

Toutes les variations que je viens de signaler pouvant être attribuées soit à l'émetteur soit au récepteur, quelques observations sont faites simultanément en deux stations A et B (2), à 750 mètres l'une de l'autre (fig. 19). Une minute avant les observations, A passe à B trois

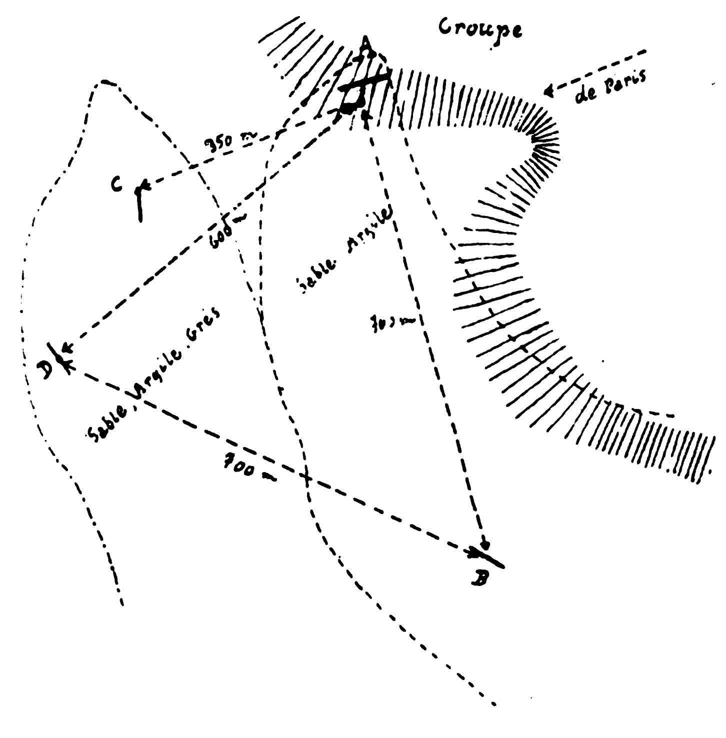


Fig. 19.

tops horaires, à quinze secondes d'intervalle; j'estime qu'ainsi le plus grand écart entre les observations de A et celles de B ne dépasse pas dix secondes.

A a toujours fait l'écoute sur 450 mètres, tandis que B est tantôt

(1) Voir *Onde Électrique*, septembre 1924, p. 449.
(2) M. Hutrel.

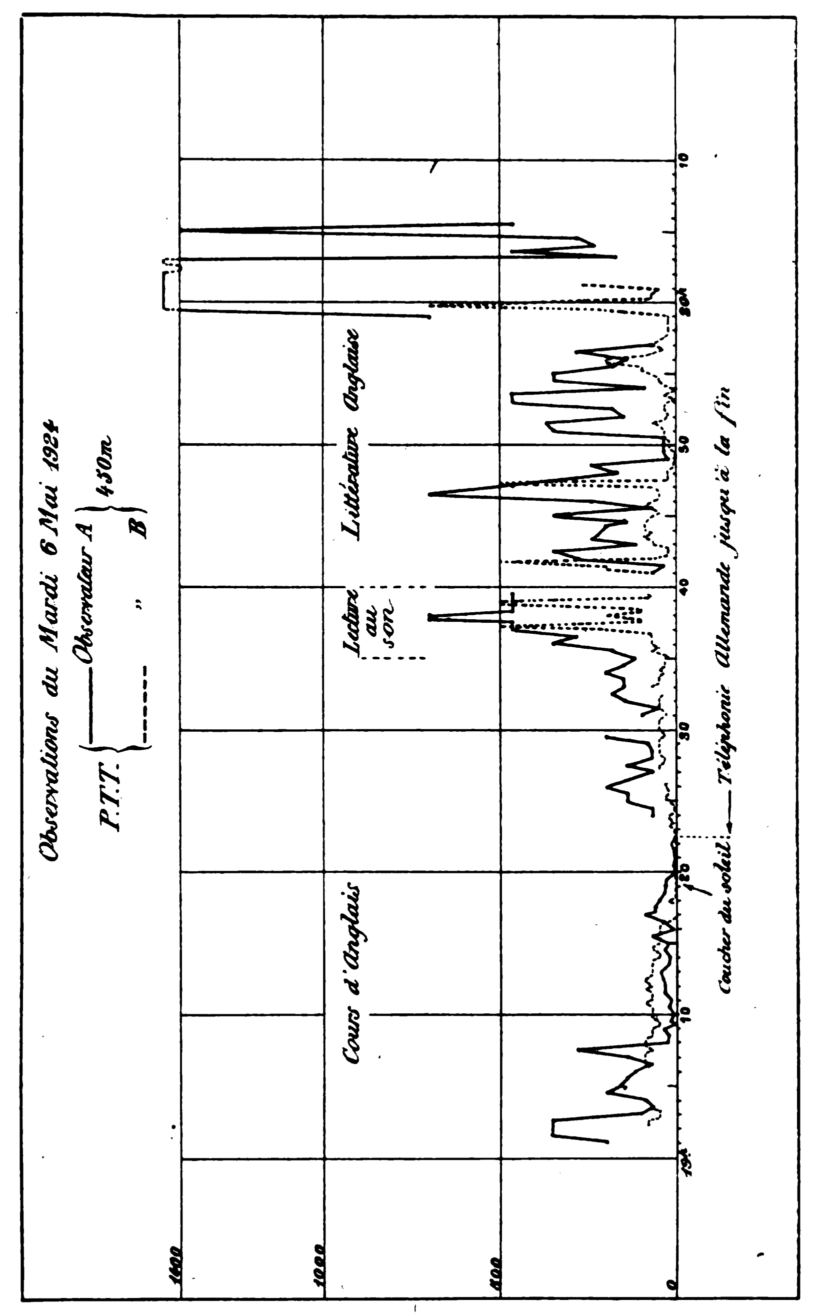
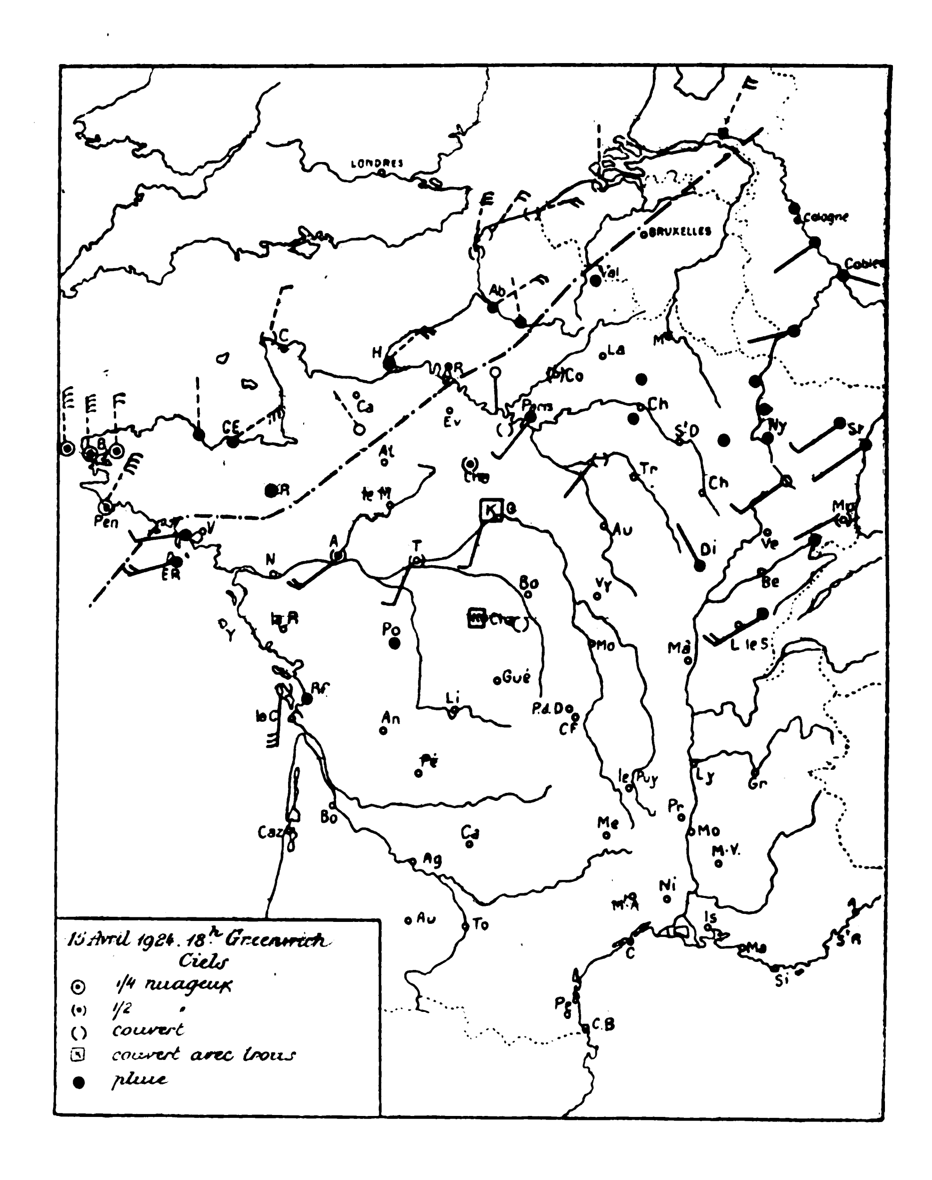

Observations du Mardi 6 Mai 1924
P.T.T.
Observateur A
"
B
450m
Cours d'Anglais
Lecture au son
Littérature Anglaise
Coucher du soleil
Téléphonie Allemande jusqu'à la fin

Fig. 20.


LONDRES
BRUXELLES
Cologne
Paris
15 Avril 1924. 18h Greenwich
Ciels
1/4 nuageux
1/2 »
couvert
couvert avec trous
pluie

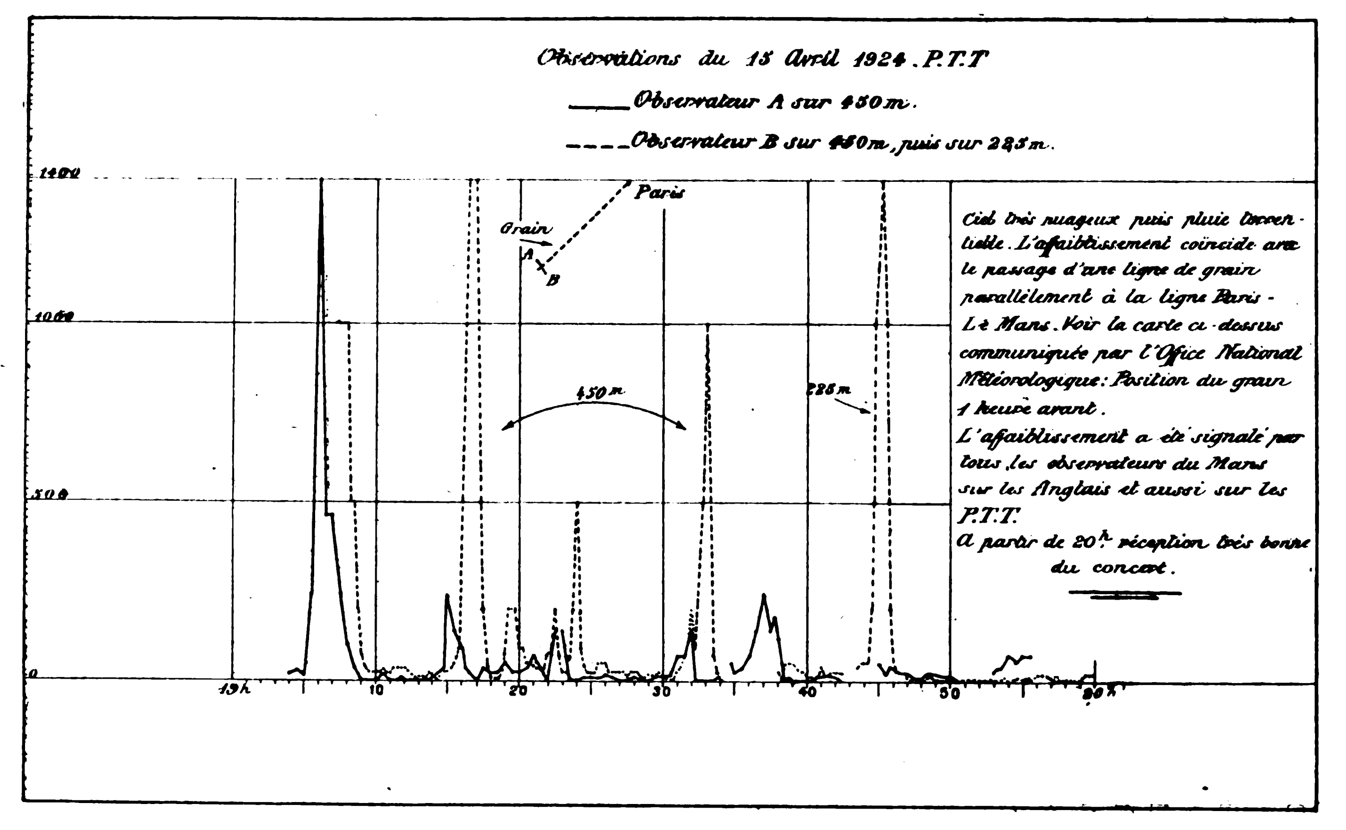

Observations du 15 Avril 1924. P.T.T
——— Observateur A sur 450 m.
- - - - Observateur B sur 450 m, puis sur 285 m.
1400
1000
500
0
19h
10
20
30
40
50
20h
Paris
Grain
A
B
450 m
285 m
Ciel très nuageux puis pluie torrentielle. L'affaiblissement coïncide avec le passage d'une ligne de grain parallèlement à la ligne Paris - Le Mans. Voir la carte ci-dessus communiquée par l'Office National Météorologique: Position du grain 1 heure avant.
L'affaiblissement a été signalé par tous les observateurs du Mans sur les Anglais et aussi sur les P.T.T.
A partir de 20h. réception très bonne du concert.

Fig. 21.

sur 450 mètres, tantôt sur 225 mètres (réception aussi puissante que sur 450 mètres).

On remarque que les graphiques sont identiques comme forme, les pointes et les affaiblissements s'y retrouvent sur les deux, mais avec un décalage qui peut atteindre deux minutes, tout en étant quelquefois, mais rarement, nul (fig. 12 et 20).

Il est très curieux que ce décalage soit toujours du même sens, B étant en retard sur A. Il semble que la cause perturbatrice se déplace de l'ouest à l'est. Or, toutes les observations ont été faites sous régime de vents d'ouest. Faut-il y voir une cause ou une coïncidence fortuite?

Les observations du 15 avril (fig. 21) peuvent être, à ce point de

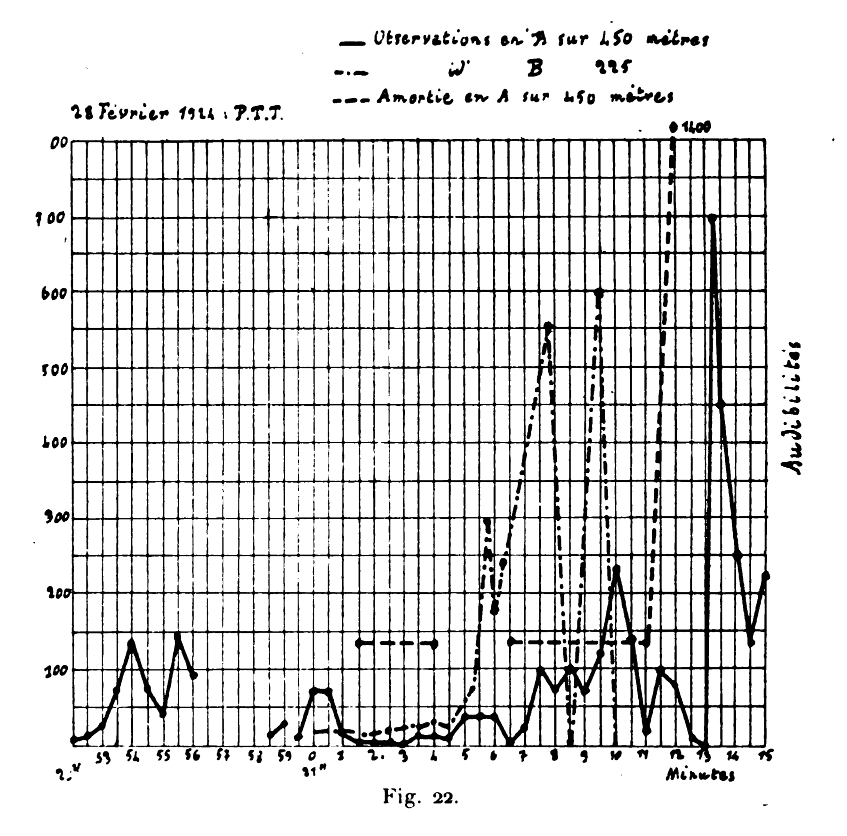


Fig. 22.

vue, d'un puissant enseignement. Ce jour-là, en effet, la réception a un affaiblissement de longue durée qui coïncide avec le passage d'un grain venant d'ouest. Les renseignements pris à l'Office National Météorologique fixent, à 18 heures, la position d'une ligne de grains parallèle-

ment à la ligne Paris-Le Mans. A 19 heures, au moment de l'affaiblissement, le grain passait au-dessus de Paris et du Mans.

En recherchant alors les affaiblissements de longue durée, on trouve qu'ils coïncident toujours avec le passage d'un grain à *proximité immédiate* du récepteur.

Le 28 février (fig. 22), la réception sur 225 mètres en B est nettement en avance sur le 450 mètres en A. J'ignore quelle était ce jour-là la direction du vent, mais pour voir si ceci est exceptionnel ou général, de nouvelles recherches se poursuivent. Malheureusement, actuellement la réception sur 225 mètres des P. T. T. n'est possible qu'après le coucher du soleil.

* * *

J'arrive maintenant à l'étude d'une onde plus courte, celle de



Fig. 23.

200 mètres, étude beaucoup moins poussée que la précédente faute d'observations. Les rôles, en effet, sont changés. Tous les jeudis, à

20h30 T. M. G. et sous l'indicatif 8AO, j'effectue une émission spéciale de quinze minutes avec envoi de deux signaux horaires pour le réglage des montres. Les premières émissions ne m'ont amené que des observateurs isolés, ce qui a permis cependant de constater l'existence de zones de silence indiquées par la carte (fig. 23).

Il faut dire que mon antenne est au fond d'une sorte de cuvette de 500 mètres d'ouverture et d'une trentaine de mètres de profondeur, avec une étroite échappée vers Angers. Ces zones de silence semblent donner raison aux partisans de la couche d'Heaviside.

Depuis le 9 mai, deux observateurs, à Toulon et à Castres ([1]), suivent régulièrement mes émissions et ce sont leurs observations que je présente (fig. 24). Les graphiques ont, en général, même allure générale avec un décalage très net; cependant, il y a aussi des dissemblances. Il semble donc qu'il y ait des perturbations à proximité de l'émetteur affectant tous les récepteurs lointains avec plus ou moins de retard, et des perturbations intermédiaires n'affectant que les récepteurs situés sur une même ligne.

***

Il est temps, je crois, de conclure. Je me résume donc : De jour, réception plus puissante en été qu'en hiver; variations très sensibles, mais n'allant jamais jusqu'à l'extinction. Au moment du coucher du soleil, affaiblissement allant jusqu'à l'extinction. Très peu après le coucher du soleil, grand accroissement d'intensité avec oscillations très profondes et très rapides; je rappelle cependant que les variations relatives semblent égales de jour et de nuit. Les évanouissements de nuit ou affaiblissements de jour de longue durée coïncident toujours avec le passage d'une ligne de grains au-dessus de l'antenne de réception. Une onde étant toujours complexe, les variations sur les harmoniques semblent être en avance sur les variations de la fondamentale.

Comment interpréter tout cela? Pour expliquer les variations de propagation on a tout invoqué : la terre, le soleil, la lune... Bref, tous les considérants de Me Patelin y ont passé. Au milieu de ce chaos, une seule hypothèse paraissait sérieuse : celle de la couche d'Heaviside.

L'erreur de la plupart des auteurs ayant traité la question est de considérer la couche comme une surface géométrique et l'onde comme un rayon géométrique. Le récepteur R serait impressionné par le rayon direct E A R et par le rayon réfléchi E B R (fig. 25). Il devrait donc y avoir des zones fixes de renforcement intercalées entre des zones de silence. Or, on n'en trouve pas. Pourquoi? Parce que, dit-on, la couche

---

([1]) MM. Sacazes et X.

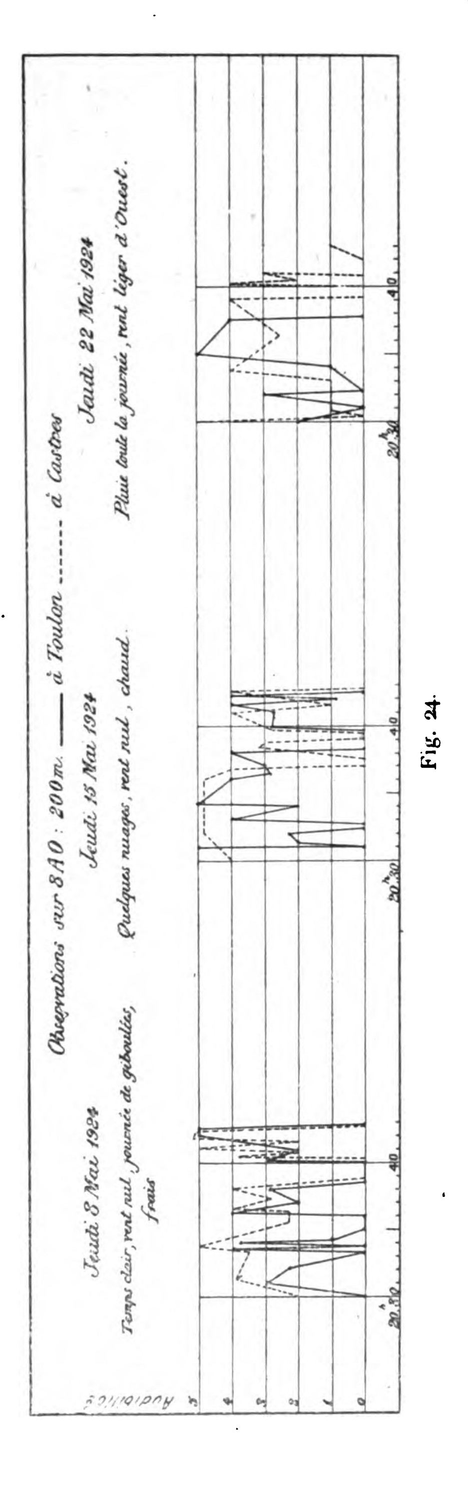

Observations sur 8AO : 200m. —— à Toulon ------- à Castres
Jeudi 8 Mai 1924
Temps clair, vent nul, journée de giboulées, frais
Jeudi 15 Mai 1924
Quelques nuages, vent nul, chaud.
Jeudi 22 Mai 1924
Pluie toute la journée, vent léger d'Ouest.
Audibilité
0
1
2
3
4
5
20h30
40
20h30
40
20h30
40

Fig. 24.

n'étant pas sphérique mais houleuse, l'incidence en B varie constamment et le rayon B R balaye une plage de largeur supérieure à celle des franges. Mais alors en R arriverait une multitude de rayons tels que B′ R, B″ R, sous des phases différentes; l'amplitude résultante a de sérieuses chances de rester constante d'autant plus que les plans de polarisation sont différents.

Or, de par sa nature, la couche n'est pas une surface mais un volume. Toute onde qui y pénètre doit être fortement diffusée. En un point de l'espace se superposent une onde directe polarisée rectilignement prédominante en intensité même à une grande distance et une onde diffuse partiellement ou totalement dépolarisée.

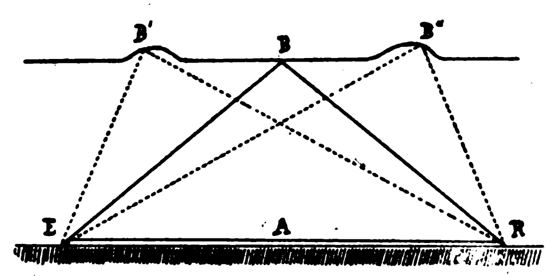


Fig. 25.

L'onde directe se propage au ras du sol ou même partiellement dans le sol, son intensité, sa direction varient constamment sous l'effet de perturbations locales de l'atmosphère ou des courants telluriques; là serait l'explication des variations rapides mais peu profondes. La perturbation ayant lieu dans le voisinage de l'antenne de réception éteint à la fois l'onde directe et l'onde diffuse.

Cette manière de voir est très conforme aux résultats que j'ai présentés; mais pour en faire une certitude, il est indispensable que des observations sérieuses soient entreprises en grand nombre à différentes distances d'un émetteur spécial, en corrélation avec l'étude systématique de l'air et du sol. Je suis, en effet, persuadé que là se trouve la clé du mystère.

M. Lardry.

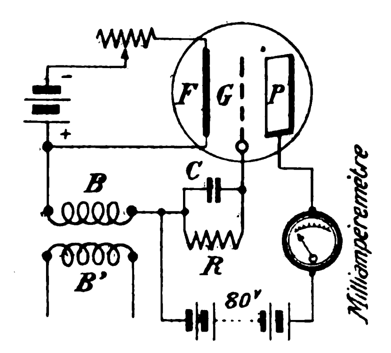
NOTE SUR LA DÉTECTION PAR LES LAMPES A TROIS ÉLECTRODES

Par MM. DAVAUD et PETIT

Professeurs au Lycée de Marseille

On sait qu'une lampe montée en détectrice doit, pour fonctionner dans les meilleures conditions, avoir sa grille reliée au pôle + de la batterie de chauffage par un conducteur comprenant un condensateur C de quelques cent millièmes de microfarad shunté par une résistance R de plusieurs mégohms.

Des oscillations produites dans une bobine B insérée dans ce circuit font baisser le courant de plaque. Dès qu'elles ont cessé, ce courant reprend sa valeur initiale, la grille reprenant son potentiel initial par le passage d'un courant à travers la résistance R. Cette résistance doit être assez grande pour ne laisser passer qu'une quantité d'électricité négligeable pendant la durée d'un train d'oscillations et assez petite pour assurer un retour rapide de la grille à son état d'équilibre initial entre deux trains consécutifs d'oscillations.



Ces phénomènes sont aisément vérifiables par l'expérience, comme il suit : Dans le circuit de plaque on met au lieu d'un téléphone un milliampèremètre. Dès qu'on fait naître des oscillations dans la bobine B, on voit baisser le courant de plaque. Pour des oscillations assez fortes, la baisse peut aller à zéro. Ce courant reprend sa valeur normale d'autant plus vite que la résistance R est plus petite. Si on coupe tout à fait cette résistance, la baisse du courant de plaque par les oscillations B se produit encore; mais l'indication du milliampèremètre revient plus lentement à sa valeur initiale, et si les oscillations



sont assez fortes pour que le courant de plaque tombe à zéro, il y reste plusieurs minutes après la fin des oscillations, puis se met à augmenter d'abord lentement, puis très vite suivant une allure exponentielle.

On a fait naître les oscillations en B au moyen d'une autre bobine B′ faisant partie du circuit d'un buzzer minuscule. Malgré la petitesse des appareils, on a fait agir en réalité des oscillations beaucoup plus intenses que les oscillations ordinairement perçues en T. S. F. On avait une tension de plaque de 80 volts et un courant de 4 milliampères, qui ont pu varier beaucoup sans que l'allure des phénomènes ait été modifiée. On a obtenu la même baisse du courant de plaque en chargeant négativement la grille avec une bouteille de Leyde. En la chargeant positivement, on a un accroissement momentané du courant de plaque, suivi d'un retour rapide à l'état initial.

Reste à expliquer comment il se fait que des oscillations puissent charger négativement la grille et que le résultat soit le même pour des tensions de grille variant de — 10 à + 10 volts environ. Ce phénomène de détection se produit en effet dans une région très étendue de la caractéristique de grille et non pas seulement au voisinage du point de plus forte courbure comme on l'enseigne communément. En l'absence d'oscillations, la grille est à un certain potentiel d'équilibre u_0, pour lequel elle ne reçoit somme toute aucun électron du filament car nous prenons d'abord R infinie. Lors d'une oscillation, le potentiel de la grille baisse de u_0 à une certaine valeur $u_0 - \varepsilon$; des charges négatives vont du condensateur c sur la grille : celle-ci, plus fortement négative, continue à ne point capter d'électrons. Mais quand le potentiel dépasse u_0 jusqu'à $u_0 + \varepsilon$, des charges négatives de la grille sont attirées sur le condensateur c et elle reçoit des électrons jusqu'à un nouvel équilibre. Quand le potentiel baisse de nouveau à l'oscillation suivante, ces électrons ne peuvent s'échapper, et si l'équilibre a été atteint dès la première oscillation, les oscillations suivantes n'ont aucun effet; du moins, il en est ainsi quand la charge négative acquise par la grille est suffisante pour faire baisser à zéro le courant de plaque. Cet état subsiste en effet alors pendant toute la durée des oscillations et encore plusieurs minutes après qu'elles ont cessé; l'espace filament-grille. plaque paraît avoir dans ces conditions une résistance presque infinie. Le phénomène est plus complexe lorsqu'on emploie des oscillations trop faibles pour annuler le courant de plaque. On voit dans ce cas ce courant reprendre sa valeur normale en quelques minutes ou quelques secondes suivant que la baisse a été plus ou moins forte. La grille étant isolée, il faut pour expliquer cela admettre que, si le courant de

plaque n'est pas nul, si des électrons vont du filament à la plaque, l'intérieur de l'ampoule se comporte comme un conducteur de résistance énorme; le courant de plaque reprend sa valeur à peu près avec la même rapidité que si l'on mettait en R une résistance d'une quarantaine de mégohms. Ainsi à la faveur du courant électronique entre filament et plaque, la grille peut gagner ou perdre des électrons et prendre le potentiel d'équilibre correspondant à sa position entre filament et plaque. L'ensemble est comparable aux anciens cohéreurs avec décohération spontanée. Cette décohération se fait mieux, plus vite et plus régulièrement grâce à la résistance qui réunit les armatures du condensateur.

Ces considérations très simples permettent de comprendre, aussi bien que par une théorie mathématique compliquée, comment il convient de modifier C et R quand on change la fréquence des oscillations, notamment diminuer C et R quand la fréquence augmente.

DEVAUD et PETIT.

ÉTALONNAGE D'UN AMPÈREMÈTRE EN HAUTE FRÉQUENCE

Par M. CLAYEUX

Dans les appareils thermiques munis d'un shunt, la répartition du courant entre les deux dérivations est fonction des résistances et des inductances de ces dérivations; aussi, le plus souvent, la sensibilité de l'ampèremètre varie avec la fréquence et l'étalonnage en courant haute fréquence est indispensable.

Nous allons exposer ci-après deux méthodes simples d'étalonnage d'un ampèremètre haute fréquence.

Première méthode.

Principe. — On utilise une lampe à plusieurs électrodes. On chauffe successivement le filament de cette lampe en courant continu contrôlé par un appareil étalonné et en courant haute fréquence contrôlé par l'appareil que l'on veut étalonner.

On mesure dans les deux cas le courant électronique et on admet que pour un même dégagement d'électrons les courants de chauffage sont égaux.



Mode opératoire. — On réalise le montage de la figure 1. L'ampèremètre A_1 à courant continu est étalonné. A_2 est un milliampère-

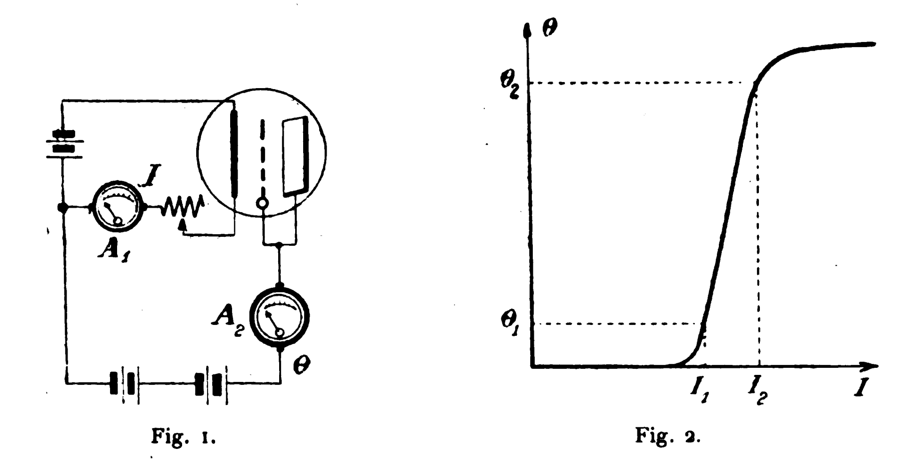


Fig. 1.

Fig. 2.

mètre gradué en divisions quelconques. Soit θ la déviation de cet appareil.

On trace la courbe de θ en fonction de l'intensité de chauffage I.

On monte alors la lampe dans le circuit haute fréquence comme

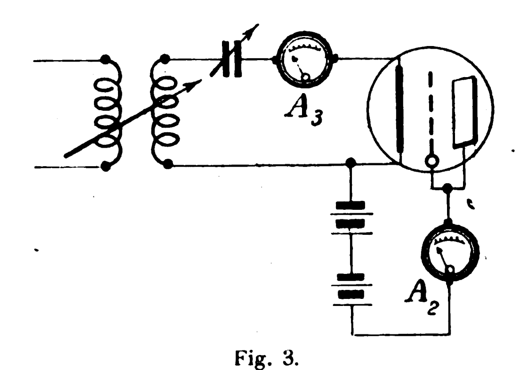


Fig. 3.

l'indique la figure 3. L'ampèremètre A_3 que l'on se propose d'étalonner est monté en série avec le filament. On amène l'intensité haute fréquence à une valeur telle que la déviation de A_2 soit comprise entre $θ_1$ et $θ_2$. On détermine ainsi I avec le minimum d'erreur.

La loi de déviation de l'ampèremètre est généralement connue (elle est facile à établir car elle est indépendante de la fréquence).

Soit f_1 la fréquence du courant;
Soit i' l'indication de l'ampèremètre;
Soit I' l'intensité déterminée;

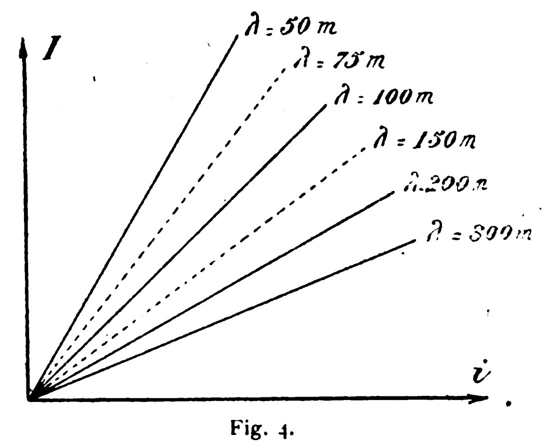


Fig. 4.

le coefficient de correction pour la fréquence f_1 est

$$K_1 = \frac{I'}{i'}$$

et on a

$$I = K_1 i$$

on effectue les mêmes mesures pour différentes fréquences et on détermine la valeur de K pour chacune d'elles.

Il est commode d'établir un réseau de droites I (i) pour les longueurs d'onde usuelles (fig. 4).

Remarque. — La tension de plaque n'est pas rigoureusement la même dans les deux montages, mais l'erreur est tout à fait négligeable si la différence de potentiel filament plaque est grande par rapport à la chute de tension dans le filament.

Deuxième méthode.

On se contente de comparer les éclats lumineux de deux lampes identiques, montées, l'une dans un circuit à courant continu avec ampèremètre étalon, l'autre dans le circuit haute fréquence avec l'appareil à contrôler.

CHRONIQUE DU MOIS

3e EXPOSITION-CONCOURS DE T. S. F. ANNEXÉE AU CONCOURS LÉPINE

La 3e Exposition-Concours de T. S. F. s'est terminée le 5 octobre dernier. Elle a été l'objet d'un très vif succès, dû en bonne partie à l'activité et au dévouement de son organisateur, M. Delaunay, Président de l'Association des Petits Fabricants et Inventeurs français.

Le public a montré un très vif intérêt pour les appareils de transmission à distance de l'écriture et des photographies, et pour l'ingénieux système assurant le secret de ces communications, que M. Édouard Belin avait exposés. Il y a là un domaine nouveau et passionnant, où les brillantes réalisations déjà obtenues en laissent envisager d'autres non moins remarquables, et dont le retentissement social ne manquera pas d'être considérable.

Il faut noter avec satisfaction les efforts accomplis par les constructeurs pour améliorer à la fois la présentation et la constitution de leurs appareils. Chaque pièce détachée fait l'objet d'une étude dont les résultats ont leur effet sur la valeur de l'ensemble. Souvent aussi on a pu remarquer un louable effort vers la simplicité. Dans le domaine de la réception, les lampes montées suivant le schéma dit à résonance, sont très employées. Quelques originalités (emploi des montages réflex, emploi des lampes à deux grilles) ont attiré l'attention.

De façon générale, la 3e Exposition marque un progrès sur les précédentes. Certes la réception de la radiotéléphonie est un problème difficile où, si la solution d'ensemble est depuis longtemps connue, les améliorations de détail sont longues à obtenir; il faut féliciter nos constructeurs d'apporter un soin de plus en plus scrupuleux dans leurs réalisations. Nul doute que le public n'ait apprécié leurs efforts à leur juste valeur.

Les pouvoirs publics se sont aussi vivement intéressés à l'Exposition. Les visites officielles sont venues apporter à cette intéressante industrie française les encouragements du gouvernement. M. Raynaldi, ministre du commerce, a décidé d'homologuer officiellement les récompenses accordées aux participants par le jury de l'Exposition.

ÉMISSIONS D'ONDES ÉTALONNÉES DE LA TOUR EIFFEL ET DU POSTE DE LYON

Pour des raisons de service les heures des émissions de longueur d'ondes étalonnées faites le premier et le 15 de chaque mois par les postes de la Tour Eiffel et de Lyon ont été changées. Ces émissions se feront désormais à partir du 1er novembre 1924 aux mêmes dates; mais aux heures et conformément aux indications du programme ci-joint.

Il n'y a pas d'émission le 1er janvier et le 15 août.

Programme des émissions d'ondes étalonnées faites le 1er et le 15 de chaque mois par le poste de la Tour Eiffel et le poste de Lyon.

1° *Poste de la Tour Eiffel.*

16h30 à 16h31	(Greenwich)	la lettre A sur 5000 mètres.
16h31 à 16h34	—	trait continu.
16h40 à 16h41	—	la lettre B sur 7000 mètres.
16h41 à 16h44	—	trait continu.

2° *Poste de Lyon.*

16h50 à 16h51	(Greenwich)	la lettre C sur 10000 mètres.
16h51 à 16h54	—	trait continu.
17h à 17h01	—	la lettre D sur 15000 mètres.
17h01 à 17h04	—	trait continu.

Les valeurs exactes des longueurs d'ondes des émissions seront transmises à 17 h 30 par le poste de Lyon conformément au programme suivant :

A 17 h 30 le poste de Lyon passe une série d'appels suivie de C Q — trait de séparation.

A — Groupe de chiffres donnant la valeur exacte de la première onde (approximativement 5000).

B — Groupe de chiffres donnant la valeur exacte de la deuxième onde (approximativement 7000).

C — Groupe de chiffres donnant la valeur exacte de la troisième onde (approximativement 10000).

D — Groupe de chiffres donnant la valeur exacte de la quatrième onde (approximativement 15000).

Dans le cas où le résultat des mesures ne serait pas connu à 17h30 par le poste de Lyon, celui-ci passe attente et le télégramme est envoyé à 18h00.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Examens de radiotélégraphistes de bord. — *L'administration des P. T. T. a décidé que les candidats opérateurs de bord pourront s'inscrire pour plusieurs certificats à la même session. Cette mesure entre dès maintenant en vigueur conformément aux règles ci-après :*

Pour qu'un candidat, ayant échoué au cours d'une épreuve pour l'obtention d'un des certificats de 1re classe ou 2e classe A, puisse subir les épreuves en vue d'obtenir un brevet d'une catégorie inférieure (par exemple échec en 1re classe, puis épreuve de 2e A), il doit indiquer sur sa demande d'admission, qu'il postule :

1o Pour telle catégorie ;

2o En cas d'insuccès pour la ou les catégories suivantes.

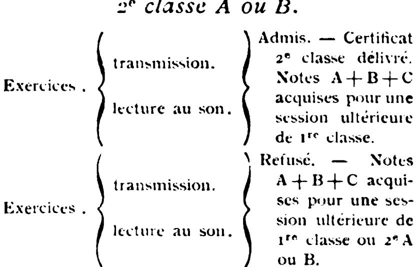
Il doit, en outre, avant chaque épreuve, présenter le récépissé 1108 de versement du droit d'examen (un seul récépissé étant valable pour tous les cas dans la même session).

MODALITÉS

Postulant 1re classe.

Épreuves .	écrites A. / orales B. / pratiques C.	Admis.
Exercices .	transmission. / lecture au son.	Refusé.

2e classe A ou B.



Exercices .	transmission. / lecture au son.	Admis. — Certificat 2e classe délivré. Notes A + B + C acquises pour une session ultérieure de 1re classe.
Exercices .	transmission. / lecture au son.	Refusé. — Notes A + B + C acquises pour une session ultérieure de 1re classe ou 2e A ou B.

En cas de succès partiel aux épreuves A B C, soit A, soit A + B, le candidat continue l'examen sur les épreuves de 2e A ou B ; en cas de succès final, il obtient le certificat 2e A ou 2e B et les épreuves de 1re classe A ou A + B restent acquises pour une session ultérieure de 1re classe.

En cas d'insuccès final, les notes A ou A + B sont acquises pour une session ultérieure 1re A ou 2e A ou B.

Essais transocéaniques. — Mr. G. Marcusse, secrétaire de la Section de Transmission et de Relais de la Radio Society of Great Britain, organise des essais transocéaniques de transmission qui doivent avoir lieu toutes les nuits pendant six mois.

Du 15 au 25 octobre inclus, ils consisteront en une participation aux essais Pan-Américains, les amateurs français et britanniques transmettant aux mêmes heures que les amateurs des Etats-Unis et du Canada (de 5 h à 5 h 30) et, s'efforçant ensuite, avec eux, d'établir une communication bilatérale avec les amateurs sud-américains.

A partir du 26 octobre, deux nuits seront alternativement réservées aux amateurs britanniques, hollandais, finlandais, italiens et espagnols, et les deux suivantes aux amateurs français, belges, luxembourgeois, suisses et suedois. Le 26 : amateurs français ; le 27 et le 28 : amateurs britanniques ; le 29 et le 30 : amateurs français, etc.

Les transmissions seront faites sur longueurs d'onde de 90 à 200 mètres. Elles consisteront en appels de ARRL suivis de l'indicatif du poste émetteur et d'un mot de code, renouvelé chaque nuit, que les amateurs composeront eux-mêmes et dont ils devront garder copie pour vérification éventuelle. Elles auront lieu de 0 h 05 à 1 h (Greenwich), de 2 h à 3 h et de 4 h à 5 h avec mot de code. De 5 h à 8 h, transmissions libres. Pendant les heures de silence, écoute des postes correspondants, y compris ceux d'Egypte et des Indes, qui transmettront respectivement les mots « Egypt » et « India ». L'American Radio Relay League a été

priée de transmettre le résultat des réceptions entre 3 h et 4 h sur onde de 75 mètres.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser directement à *Mr. G. Marcuse, Coombe Dingle, Queen's Park, Caterham, Surrey, Angleterre*, à qui les mots de code reçus devront être communiqués, chaque semaine, le lundi et le jeudi.

Pour le Comité Français
des Essais Transatlantiques,

Le Président : Dr Pierre CORRET.

N. B. — La nuit du samedi au dimanche est particulièrement recommandée pour les essais.

Le Ministère du Commerce aux Etats-Unis d'Amérique ouvre aux amateurs quatre bandes de longueur d'onde au-dessous de cent mètres. — Nous donnons ci-après le texte d'une circulaire officielle américaine envoyée aux contrôleurs du Service Radio :

A partir de ce jour vous êtes autorisés à accorder des licences d'intérêt général ou particulier permettant aux stations radioélectriques d'amateurs d'utiliser une ou toutes les bandes de longueurs d'ondes suivantes :

75 à 80 mètres
40 à 43 mètres
20 à 22 mètres
4 à 5 mètres

en plus de la bande 150 à 200 mètres, pourvu que leur emploi soit fait par le propriétaire même de la station, qui devra elle-même être équipée pour utiliser la ou les longueurs d'ondes demandées.

Seule la télégraphie en ondes entretenues sera autorisée sur les autres bandes que celle de 150 à 200 mètres, et, en aucun cas, on n'utilisera l'excitation directe de l'antenne.

Des périodes de silence ne seront pas imposées aux amateurs qui utiliseront les longueurs d'ondes inférieures à 80 mètres, exception faite des localités où les stations d'émission produiraient des interférences gênantes pour d'autres services.

Aucune station d'amateur ne pourra utiliser des longueurs d'ondes supérieures à 200 mètres.

Dans le cas où des amateurs (station d'intérêt spécial) travailleraient en collaboration avec des stations officielles (gouvernement) ou commerciales, ils pourraient être autorisés à employer la gamme comprise entre 105 et 110 mètres en plus des autres bandes déjà réservées aux stations d'amateurs d'intérêt général ou particulier. Les stations d'amateurs, d'intérêt général, particulier ou spécial, pourront recevoir l'autorisation d'utiliser la bande entière de longueur d'onde comprise entre 150 et 200 mètres.

Leur émission pourra être soit en ondes entretenues pures ou modulées, soit à étincelle.

L'attention des amateurs sera attirée sur les points suivants :

1° Etant donné le développement rapide des radio-communications, la réglementation ci-dessus ne peut-être considérée comme définitive.

2° Les bandes de longueur d'ondes ouvertes aux amateurs pourront être changées au cas où l'application d'une telle mesure serait jugée nécessaire par le Secrétaire du Commerce.

Réception sur cadre au Maroc des postes anglais de Radiotéléphonie. — Le Chef du Service radiotélégraphique du Maroc, nous a écrit l'intéressante lettre suivante :

« Je signale un record de réception, établi à Casablanca, au Parc des Transmissions (Service Radio) D = 2.500 km minimum.

« Nous recevons au Maroc, casque sur table, sur *cadre*, les postes anglais de Broadcasting avec un montage comprenant, lampe de couplage, une lampe haute fréquence et deux basse fréquence.

« Avec le même montage, sur antenne, nous recevons de nuit, les postes américains au casque à 5 mètres des écouteurs. D = 5.000 km minimum.

« Un amplificateur de puissance nous permet la réception des postes anglais en haut-parleur.

« Etant donné la distance de Newcastle et Glasgow, j'estime que ce record de réception mérite d'être signalé.

« *Montage.* — Montage analogue à celui de la Boite C. G. R. avec adjonction d'une réaction réglable par self en fond de panier et par interposition en parallèle sur la réaction d'un condensateur Vernier. Mise en parallèle sur le condensateur secondaire, d'un condensateur de très faible capacité à une seule lame mobile pour parfaire le réglage du secondaire.

« *Réception sur antenne,* en V à 2 brins de 45 mètres, dirigée, à 20 mètres de hauteur, entrée de poste de 40 mètres; la réception est parfaite.

« *Réception sur cadre.* Cadre carré de 8 spires de 1 mètre carré assez intense pour faire du haut-parleur. Réglage très difficile.

« *Casques Thomson* pour les deux types de réception ».

D'une manière simple de construire les capacités fixes pour amplificateurs à résistances. — On sait qu'il y a intérêt dans les amplificateurs à résistances à diminuer le plus possible les capacités parasites dues aux connexions et pour cette raison à faire ces dernières les plus courtes possibles.

La meilleure disposition de la capacité de liaison entre la plaque d'une lampe et la grille de la suivante serait donc de placer cette capacité entre les deux broches correspondantes et de faire aboutir les armatures de la capacité directement à ces deux broches.

Or, on peut y arriver sans aucune soudure de la façon suivante :

Au lieu de constituer les armatures par du papier d'étain comme on le fait généralement, on utilise une feuille mince d'aluminium ou de cuivre que l'on découpe avec de vieux ciseaux et que l'on perce d'un trou d'un diamètre un peu supérieur à celui de l'extrémité filetée des broches.

On s'arrange pour que les deux armatures ainsi constituées se croisent sur une surface suffisante pour donner la capacité voulue. A titre d'indication, si l'on emploie du mica de 1/10 de mm, il faudra découper l'aluminium pour avoir une surface d'environ 4 cm² pour les capacités de liaison et 2 cm² pour la capacité de détection, c'est-à-dire la dernière capacité de liaison.

Pour la fixation, il suffit de placer une première armature à la broche plaque que l'on serre fortement avec l'écrou de la broche, une seconde armature à la broche grille de la lampe suivante et de glisser entre les deux une feuille de mica.

On assure une pression sur les armatures au moyen d'une petite plaque d'ébonite serrée par deux vis prenant dans l'ébonite du support de lampe ou qui mieux est par deux petits boulons avec écrous traversant de part en part le support de lampe.

Suppression des bruits parasites de moteurs ou appareils télégraphiques. — Nous recevons du Radio-Club des Pyrénées et du Midi la communication suivante :

Poursuivant sa campagne en vue de la suppression des bruits parasites de moteurs ou d'appareils télégraphiques, le Radio-Club des Pyrénées est heureux de faire savoir à tous les amateurs de T. S. F. qu'il leur sera communiqué gracieusement dans ses bureaux, 2, rue du Taur, tous les jours de 15 heures à 16 heures, le montage spécial qui placé sur les moteurs ou sur tout appareil télégraphique annule complètement les ronflements ou autres bruits gênant les réceptions.

Ce montage qui a donné de si bons résultats au contrat télégraphique de Niort est dû à M. Chevillau, ingénieur des P. T. T., qui a bien voulu le mettre à notre disposition.

Ce dispositif est communiqué à la Direction des Postes de la Haute-Garonne pour que des modifications soient faites au central de Toulouse.

L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LES TUBES THERMIONIQUES

Par M. COURTINES

Préparateur au Collège de France

Introduction. — Les tubes thermioniques offrent le précieux avantage d'être des soupapes fort commodes permettant de limiter l'intensité du courant dans un circuit. J'ai eu récemment l'occasion de les utiliser comme telles afin de régulariser un tube de Braun à cathode incandescente. Alimenté par des accumulateurs, le tube de Braun métallique dont je me sers est parfois le siège d'arcs intempestifs : les instruments de mesure placés sur le circuit en sont les déplorables victimes. Plaçons en série sur le tube de Braun une lampe de T. S. F. (grille et plaque réunies). Si les températures des deux filaments (lampe et tube de Braun) sont convenablement réglées, la lampe de T. S. F. ne produit en service normal qu'une chute de tension minime; un arc vient-il à s'amorcer dans le tube de Braun, aussitôt la tension se reporte intégralement sur la lampe, et celle-ci ne fournit que le courant de saturation qui correspond à la température de son filament.

Afin de réaliser cette régularisation, j'ai pris un certain nombre de lampes et j'ai voulu connaître leurs caractéristiques jusqu'à des tensions voisines de 1 800 volts, limite fournie par la batterie d'accumulateurs dont je dispose. Dès 80 volts j'ai connu que lorsqu'on parle de la caractéristique d'une lampe, on ne sait bien souvent pas de quoi l'on parle. J'opérais primitivement sur des lampes à cornes marquées S. I. F., normalement vidées. *Le courant produit par une tension donnée, à chauffage constant, variait avec le temps et semblait dépendre de toute l'histoire antérieure de la lampe.*

J'ai voulu approfondir ces phénomènes. Les conclusions auxquelles je suis arrivé, pour simples qu'elles soient, m'ont fait assez longuement chercher. Aussi pensé-je qu'il vaut la peine de les signaler : peut-être épargnerai-je à d'autres, mis en présence des mêmes faits et soucieux de les élucider, l'inévitable perte de temps qu'entraîne cette étude. Par ailleurs, ces phénomènes sont la source, pour les lampes qui les présentent, de graves défauts qui les rendent impropres à certains usages. Je crois enfin qu'ils serviront utilement au contrôle de la fabrication.

Le facteur « temps » et les caractéristiques. — Tous ceux qui ont produit des battements au moyen d'une hétérodyne savent que lorsque les lampes viennent d'être allumées, le son de battement varie pendant un temps assez long. Il faut attendre que la température du filament se soit stabilisée, après quoi la note d'émission reste parfaitement constante. Il en est de même lorsqu'on dresse des caractéristiques. Si l'on impose une tension-plaque de l'ordre de 80 volts, sans résistance extérieure de chauffage, le courant thermionique est suffisant pour produire une variation notable de la température du filament, et l'on doit attendre qu'un nouveau régime de température soit atteint.

On régularise beaucoup la température en opérant à « watticité constante ». Si l'on double la f. e. m. qui sert au chauffage, la résis-

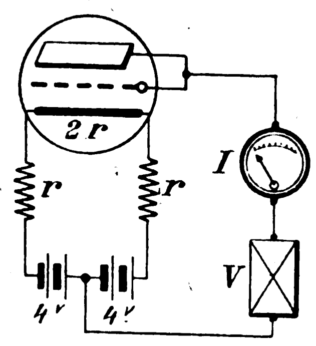


Fig. 1.

tance du circuit de chauffage se partage également entre l'intérieur et l'extérieur de la lampe, de sorte que les petites variations de résistance du filament qu'entraînent les régimes divers ne modifient pas la puissance fournie par l'accumulateur de chauffage. Ayant compensé les variations possibles de résistance du filament, on compense l'effet du courant thermionique en rendant symétrique la partie extérieure du circuit de chauffage (fig. 1). De la sorte, le courant thermionique abaisse la température d'une moitié du filament, mais élève celle de l'autre moitié.

Moyennant cette précaution, on doit s'attendre à observer un courant thermionique I constant dès la mise en service d'une tension-plaque V. Très généralement il n'en est pas ainsi. Pour certaines lampes, qui nous intéressent particulièrement, *I varie pendant une demi-heure de façon très notable.* La courbe 1 de la figure 2 en est un exemple relatif à une lampe que j'ai particulièrement étudiée, et que je désignerai par L.

Pourtant, au bout de cette demi-heure, les variations deviennent minimes. Elevons alors la tension appliquée V. Mettons par exemple 400 volts. Le même phénomène se produit, beaucoup plus marqué. D'abord nettement plus élevé, le courant I tombe rapidement (courbe 2, figure 2). Il ne s'agit pas là d'un petit phénomène, puisque I tombe de 12,5 à 7,3 en l'espace de 20 minutes. La courbe 2, pour la lampe L, se trouve d'ailleurs très vite au-dessous de la courbe 1.

Remettons maintenant la tension 80 volts : la courbe obtenue, marquée 3, n'a plus aucune analogie avec la courbe 1, que l'on devrait

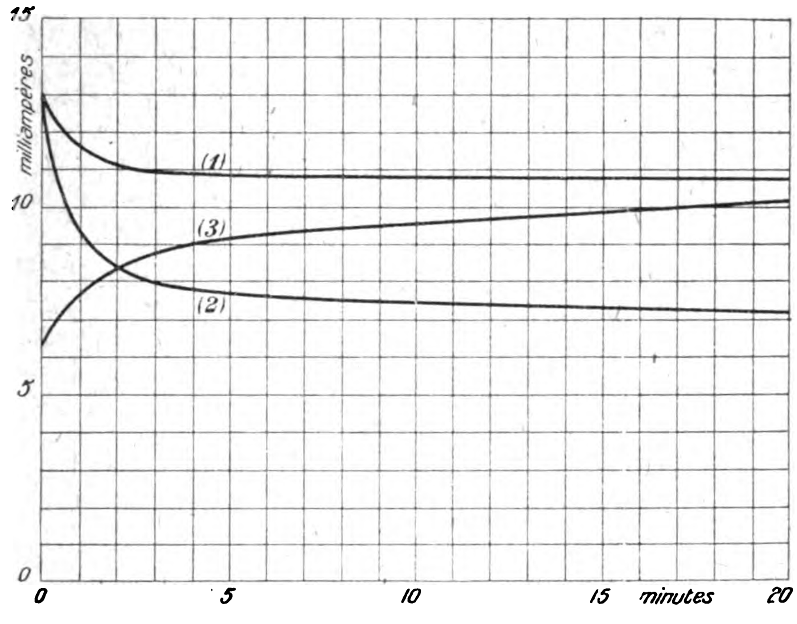


Fig. 2.

s'attendre à retrouver. I commence par une valeur inférieure à celle où l'avait conduit la courbe 2; puis il croît continuellement jusqu'à rejoindre la courbe 1 de façon asymptotique. Dans le cas de la lampe L, 3 passe rapidement au-dessus de 2.

Si par la suite on continue à faire passer V de 80 à 400 et de 400 à 80 volts, on retrouve fidèlement les courbes 2 et 3, ou tout au moins des courbes très voisines et parallèles. Mais éteignons la lampe et laissons-la reposer, puis la rallumons et parcourons à nouveau le même cycle opératoire : c'est par la courbe 1, non par la courbe 3, que se traduit le premier établissement des 80 volts.

Le facteur « température ». — Comment expliquer ces phéno-

mènes? La première réaction de l'esprit est d'accuser le verre de l'ampoule. Celui-ci peut en effet réagir par les charges qu'il recueille et qui influent sur la charge de volume de la lampe. Tous ceux qui ont pu observer de près les décharges dans les gaz raréfiés savent quel rôle considérable jouent les parois de verre. Lorsqu'on fait le vide dans un tube de Geissler pour y faire jaillir la décharge, au moment où le vide est près d'être assez bon pour que le tube s'illumine on sent lorsqu'on touche le verre un léger frôlis, comme si la surface extérieure du tube était devenue assez fortement conductrice. Puis au moment où le vide est devenu suffisant, on amorce la décharge rétive en touchant le verre avec la main. On sait encore que deux électrodes ne sont nullement nécessaires au fonctionnement d'un tube de Geissler, et que celui-ci brille lorsque, le tenant à la main, on présente une seule de ses électrodes à la source de haute tension. Le rôle de la main n'est d'ailleurs que d'introduire une capacité : on la remplace avantageusement par un enrobage de papier d'étain relié au deuxième pôle de la source de courant.

Tous ces faits expérimentaux, qui rendent manifeste le rôle des charges prises par le verre, justifiaient l'interprétation dont nous avons parlé. Mais il était facile de déceler une telle action de charges électrostatiques : il suffisait de les *condenser*. Supposons qu'une feuille de papier d'étain, reliée à l'anode, fût collée sur la face extérieure de l'ampoule de verre. Les charges, présumées négatives, qui se déposent sur la face interne appellent des charges positives sur le papier d'étain et repoussent des charges négatives dans l'anode, en sorte que le verre a ses faces tapissées de charges égales et de signe contraire dont l'action globale est très faible à distance. Si les charges à déceler sont au contraire positives, il suffit de relier le papier d'étain à la cathode pour masquer l'action de ces charges.

C'est cette expérience que j'ai faite, et le résultat en est contraire aux prévisions : loin d'affaiblir le phénomène, le papier d'étain l'exacerbe. Les courbes 4, 5, 6 de la figure 3 (sur laquelle on a reproduit, pour faciliter la comparaison, les courbes 1, 2, 3 de la figure 2) sont relatives au papier d'étain anodique; les courbes 7, 8, 9 montrent l'action du papier d'étain relié à la cathode. *Toutes ces courbes sont nettement au-dessous* de la courbe correspondante du faisceau 1, 2, 3. L'influence de l'électrisation du verre est donc à rejeter.

Cette expérience fut néanmoins fort utile : voulant sortir la lampe de son support afin de lui faire subir des modifications nouvelles, je fus contraint de constater qu'*elle était nettement plus chaude qu'à l'accoutumée*. Je rapprochai cette constatation du fait que, *pour avoir*

des courbes propres, je devais rester auprès de la lampe et non marcher à travers la pièce : à vrai dire l'influence du mouvement était faible, mais néanmoins décelable. Il ne s'agissait pas de variations de position, mais de vitesse de déplacement, et par suite de courants d'air produits.

Alors je m'avisai de décoller le papier d'étain et remis la lampe en marche comme par le passé, puis m'armai d'un de ces petits ventilateurs à main qui soufflent le chaud et le froid. Je vis le courant thermionique monter lorsque je soufflais le froid, puis baisser considé-

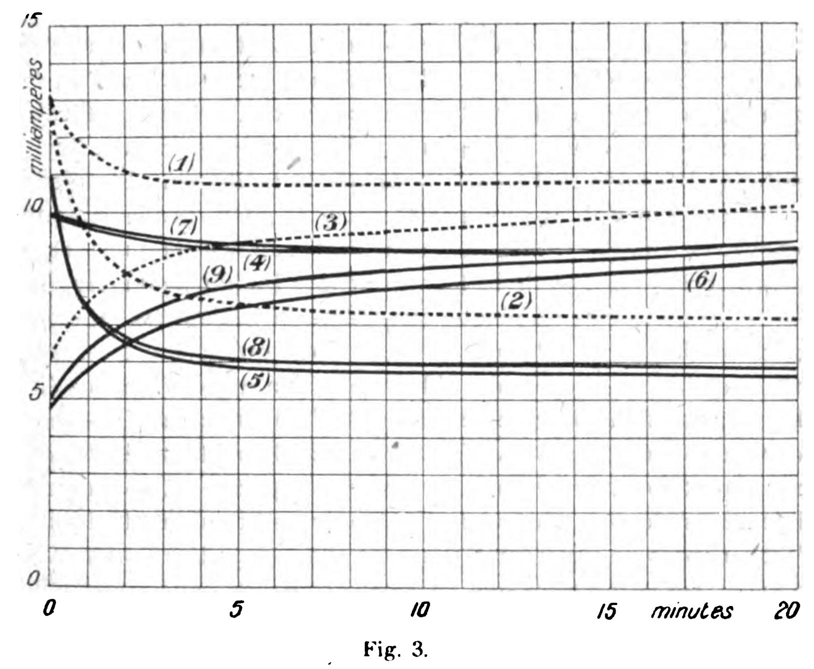


Fig. 3.

rablement (de 40 %) sous l'influence de l'air chaud, pour remonter à nouveau si la lampe était abandonnée à elle-même. L'inertie du phénomène était d'ailleurs infime : le milliampèremètre baissait dès le premier souffle d'air chaud. L'influence du papier d'étain se trouvait de la sorte éclaircie : agissant comme miroir, il diminuait le rayonnement calorifique, donc le refroidissement du verre.

Notons que toutes les régions du verre ne sont pas également sensibles : celles qui voient le filament à travers l'ouverture de la plaque sont beaucoup plus importantes.

Les causes. — Par quel mécanisme pouvait-on concevoir que la température eût une influence de cette nature sur le débit thermioni-

que? Les hypothèses que l'on pouvait examiner me semblèrent de trois ordres.

1° *Effet électrique de surface* (conductibilité du verre). — Il serait bien étonnant que le verre, à des températures toujours très voisines de la normale, pût apporter en lui-même une contribution appréciable à I. D'autre part, puisque le phénomène n'est pas d'ordre électrostatique, il ne convient pas d'incriminer la façon dont le verre absorbe ou résorbe des charges électriques ayant une influence directe sur le régime thermionique.

2° *Effet électrique de volume.* — On sait que la forme des caractéristiques des lampes est due à la présence, autour du filament, d'un gaz immatériel dont les molécules sont des électrons. Si l'on faisait abstraction de ce gaz, tout électron libre dans l'ampoule devrait être happé par l'anode aussitôt qu'une différence de potentiel positive, si petite fût-elle, est établie entre la plaque et le filament. L'atmosphère d'électrons qui entoure en permanence le filament, en créant une « charge de volume », masque l'effet de la tension-plaque et empêche la caractéristique d'avoir la forme abrupte à laquelle on devrait s'attendre. Mais la tension plaque elle-même doit avoir sa répercussion sur cette charge de volume, et l'on conçoit qu'à chaque valeur de V corresponde une répartition différente de la densité du gaz électronique. Lorsqu'on passe d'une tension V_1 à une tension V_2, le remaniement du régime gazeux se fait par « écoulement moléculaire », au sens qu'attribue Knudsen à ces mots : le gaz étant très raréfié, les dimensions de ses molécules étant extraordinairement réduites, ce n'est qu'après de nombreux chocs de chaque électron contre la paroi de verre que le nouveau régime s'établit, et l'on conçoit que la chose puisse prendre un temps appréciable. Les *dimensions géométriques* interviendraient alors pour régler l'*allure* des courbes, la *température du verre* (qui a son retentissement sur le régime des pressions) influant sur leur *position*.

Dans cette hypothèse, *en fixant la température du verre, le phénomène doit subsister.* D'autre part, *des lampes de mêmes dimensions géométriques doivent le présenter au même degré.* Ces deux conclusions sont infirmées par l'expérience.

D'une part, les lampes présentent le phénomène à des degrés très divers. Extrêmement important pour certaines, il fait pratiquement défaut pour d'autres. Il est d'ailleurs entièrement indépendant du vide de la lampe. Il peut être très prononcé sur des lampes très bien vidées, comme il peut être absent de lampes mauvaises.

D'autre part, en opérant à température constante et définie (en

plongeant la lampe dans l'eau bouillante ou la glace fondante), le phénomène est réduit dans une telle proportion que je n'ai pu décider s'il subsistait encore (il est en effet impossible d'éliminer de façon complète les variations de température du filament). Comme contre-épreuve, si l'on remplace les bains à température constante par un calorifuge énergique (kieselguhr), les variations de température du verre devenant plus prononcées, on exagère l'amplitude des courbes.

L'hypothèse dont nous parlons, pour physiquement certaine qu'elle soit, n'a donc pas de retentissement pratique sur les faits observés.

3° Reste alors l'hypothèse d'une *action matérielle*. On la peut concevoir sous trois formes : influence du gaz résiduel, de matières adsorbées ou absorbées par le verre, ou de matières déposées sur les électrodes.

On pourrait songer, par exemple, à un équilibre double : équilibre d'adsorption de traces d'oxygène sur le verre (réglé par la température du verre) joint à l'équilibre de dissociation d'oxydes déposés sur le filament (réglé par la température du filament).

Nous inclinons plutôt à penser qu'il s'agit de l'*équilibre d'adsorption de la vapeur d'eau par le verre de l'ampoule*. Langmuir (*Phys. Rev.*, **2**, p. 450, 1913) a longuement étudié l'action de la vapeur d'eau sur l'émission thermionique ; elle agirait d'ailleurs, selon lui, par l'oxygène dû à sa dissociation. La vapeur d'eau possède à un haut degré le pouvoir de diminuer l'émission. De fait, il doit s'agir là de traces très faibles de vapeur d'eau. On sait avec quelle avidité la surface du verre la retient. Les lampes de T. S. F., pendant tout le temps qu'on les vide, sont chauffées, de façon que se décolle de la surface du verre la mince pellicule d'eau qu'il retient. Il en subsiste malgré tout, en quantité variable, suivant la nature du verre et l'énergie avec laquelle on l'a chauffé : sous l'influence d'une tension élevée, la température de l'ampoule croît ; une plus grande quantité de vapeur d'eau s'échappe et ralentit l'émission. Quand on revient à des tensions plus basses, le verre se refroidit et la vapeur d'eau se condense derechef.

Quant à « l'inversion » que montrent les courbes 2 et 3 (I plus faible pour V plus fort), elle ne fait que traduire la superposition de deux phénomènes : émission du filament dans une atmosphère humide, dégagement de la vapeur d'eau condensée. Si l'on suppose indépendants l'augmentation de la force électromotrice de plaque et le dégagement de la vapeur d'eau, leur action sur I est opposée. Si les deux phénomènes sont liés, le déplacement de l'équilibre peut fort bien se faire dans le sens d'une « inversion ». Il n'y a d'ailleurs qu'une inver-

sion *retardée :* le phénomène immédiat n'est pas inversé. Il est donc raisonnable de ne pas l'attribuer à un gaz résiduel, comme l'azote (étudié par Langmuir, même mémoire), qui produirait des inversions *instantanées.*

On conçoit ainsi que le phénomène ne dépende pas du « vide », tel qu'on le mesure généralement par les débits à grille négative. Une lampe peut être fort bien vidée de l'air qu'elle contenait, sans que pour cela le nettoyage du verre soit terminé. De fait, les lampes usuelles présentent ce phénomène à des degrés extrêmement divers; on le retrouve sur certaines lampes de toutes marques, à côté d'autres qui ne le présentent pas. Seules, les lampes d'« émission », beaucoup plus soigneusement purgées en général, en sont à l'abri. Pour montrer jusqu'où cet effet peut aller, je cite une lampe (dont le « courant de vide » est normal), qui passait (pour V = 80 volts) de 9,5 à 1,5 milliampères, quand la température s'élevait de 0 à 100 degrés.

Les conséquences. — Ainsi, l'on s'explique un grand nombre d'anomalies offertes par les lampes de T. S. F. On sait en particulier que le fonctionnement de certains postes émetteurs s'améliore par ventilation. J'ai monté la lampe dont nous venons de parler, qui présente un si fort « coefficient de température », sur une hétérodyne : lorsqu'on la ventilait à l'air chaud, l'indication du milliampèremètre témoin tombait presque à zéro (je veux dire au courant normal sans accrochage), cependant que la note d'émission variait de façon considérable.

De telles lampes ont leurs avantages et leurs inconvénients. Ces derniers paraissent d'ailleurs bien plus nombreux. Le fait qu'elles possèdent, dans certaines conditions, une résistance négative, permet un accrochage spontané d'oscillations; mais comme l'inversion est retardée, il ne peut s'agir que d'oscillations de très longue période. Beaucoup plus généralement, ces lampes auront le désavantage de rendre leur fonctionnement tributaire de la température extérieure. En outre, elles sont la cause de fréquentes instabilités. En particulier (j'en reviens à l'exemple d'utilisation par lequel j'avais débuté), elles sont impropres à la stabilisation d'un tube de Braun. Supposons réalisé le montage dont nous parlions en commençant; la lampe fonctionne « molle », le tube de Braun fonctionne « dur », et c'est ainsi que les choses doivent se comporter. Mais, au fur et à mesure qu'elle fonctionne, la lampe s'échauffe, elle « durcit », et la tension que le tube de Braun supporte, va baissant progressivement jusqu'à devenir insuffisante pour lui.

Il est donc essentiel qu'au contrôle de la fabrication, on examine

les lampes dans cette intention; le « courant de vide » à la température ordinaire ne peut suffire; il faut voir ce qu'il devient si l'on chauffe la lampe.

Notons enfin qu'il semble que le phénomène ait lieu du fait même du bombardement du verre par les électrons issus du filament; cela semble résulter de la constatation expérimentale que je signalais plus haut : la sensibilité du verre paraît localisée aux deux calottes qui voient le filament à travers l'anode, c'est-à-dire aux régions bombardées par la décharge. Il semble en tout cas troublant qu'il intervienne au moment même où l'énergie fournie par l'accumulateur de plaque devient du même ordre que l'énergie nécessaire au chauffage.

Il ne me semble pas inutile de rapprocher ce fait de celui que signale Pirani (*Z. S. für Physik*, **9**, p. 327, 1922) : on active le vidage d'une lampe ordinaire d'éclairage en y faisant distiller du mercure en même temps qu'on chauffe le verre et le filament. La vapeur de mercure entraîne mécaniquement la vapeur d'eau que détachent du verre les électrons issus du filament incandescent. On condense ensuite le mercure et scelle la lampe.

Ce fait nous explique aussi la supériorité des lampes d'« émission » sur les lampes de « réception ». Pour les premières, en effet, on ne se contente pas de chauffer verre et filament : on met la plaque sous tension, de sorte que le verre se trouve soumis au bombardement cathodique, qui produit l'effet d'un vigoureux « coup de balai ». Langmuir a cependant signalé que la vapeur d'eau, pour les vides très poussés que l'on réclame, même nettement dégagée du verre, s'écoule avec une lenteur extrême (plus d'un jour) : on conçoit l'intérêt que présente l'entraînement supplémentaire par la vapeur de mercure.

La lampe se charge d'ailleurs elle-même du nettoyage s'il n'a pas été suffisant. Langmuir (même mémoire) signale que le fonctionnement même de l'ampoule fait disparaître le gaz résiduel (cleaning up effect); il semble avoir été gêné par un nettoyage spontané trop rapide. Dans une lampe telle que L, cette disparition est lente : la seule influence est une ascension progressive et faible du réseau de courbes. Mais il est possible que son effet soit d'autant plus important qu'il subsiste moins de vapeur : on s'expliquerait ainsi les minima (très faiblement accusés d'ailleurs) que présentent les courbes telles que 1 et 2 pour certaines lampes.

COURTINES.



ÉTUDE D'UN CAS PARTICULIER D'EFFET ANTENNE SUR UN CADRE DE RADIOGONIOMÈTRE

Par M. B. LYOT, ingénieur E. S. E.

Diverses solutions ayant été proposées dernièrement pour déterminer le sens dans lequel se propage une onde électromagnétique lorsqu'on repère sa direction au moyen d'un radiogoniomètre, nous croyons intéressant de rappeler des expériences plus anciennes effectuées dans ce but pendant les étés 1917 et 1919 (1).

Nous avions réalisé le montage suivant représenté schématiquement figure 1. Soit un cadre vertical S; sa self induction L est mise

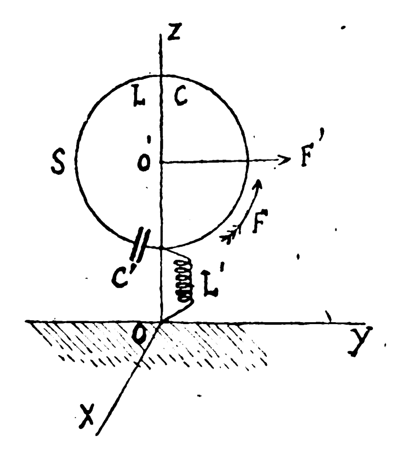


Fig. 1.

en résonance sur l'onde à recevoir par le condensateur C′ et sa capacité C par rapport au sol est accordée sur la même onde par la self L′.

Ce dispositif fonctionne de la façon suivante :

Soit une onde plane passant en O et se propageant suivant OY parallèlement au sol. Choisissons comme origine des temps l'instant où le champ électrique de l'onde H_z est maximum et dirigé sui-

---

(1) Les résultats de ces expériences ont paru dans deux notes de *la Télégraphie Militaire*, du 3 janvier 1918 et du 6 novembre 1919.

vant OZ. Le champ magnétique H_x est par conséquent maximum lui aussi et dirigé suivant OX.

Le sens positif choisi pour les courants est celui de la flèche F et l'orientation de la spire est définie par l'angle α que fait son rayon O′F′ avec l'axe OY.

A un instant quelconque t le flux embrassé par la spire est :

$$\Phi = H_x S \cos\alpha \cos\omega t;$$

la force électromotrice induite dans la spire est :

$$e = -\frac{d\varphi}{dt} = H_x S\omega \cos\alpha \sin\omega t;$$

le courant dans la spire en résonance est :

$$i = \frac{H_x S\omega}{R} \cos\alpha \sin\omega t$$

et la différence de potentiel aux bornes du condensateur C′ est :

$$V_1 = \frac{1}{C'}\int i\,dt = \frac{-H_x S}{RC'} \cos\alpha \cos\omega t$$

$$V_1 = -K_1 H_x \cos\alpha \cos\omega t.$$

D'autre part, le champ électrique vertical produit entre le cadre et le sol un courant en phase avec lui, de la forme $A H_x \cos\omega t$. Si la résistance de la spire est assez faible, celui-ci donne naissance à deux

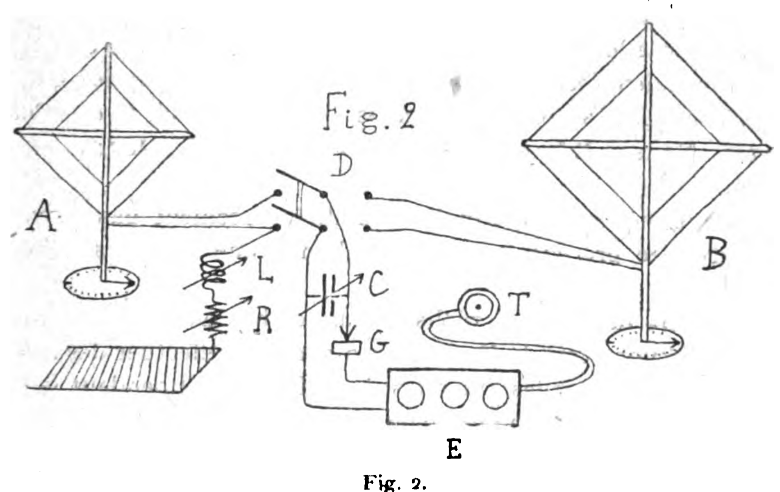


Fig. 2.

courants de phases sensiblement opposées : l'un à travers la spire est en retard d'un quart de période ; l'autre à travers le condensateur C' est en avance d'un quart de période et produit entre ses bornes une

différence de potentiel en phase avec le champ électrique si elle est comptée dans le sens OZ, en opposition avec ce champ lorsqu'on la compte dans le sens de la flèche F. Elle est alors de la forme

$$V_2 = - K_2 H_z \cos \omega t.$$

La différence de potentiel totale entre les points A et B est la somme des deux termes, soit :

$$V = V_1 + V_2 = -(K_1 H_x \cos \alpha + K_2 H_z) \cos \omega t$$

et l'amplitude

$$K_1 H_x \cos \alpha + K_2 H_z$$

varie en fonction de l'angle α suivant un limaçon de Pascal.

La forme du limaçon dépend du rapport des deux champs électrique et magnétique et des constantes des circuits; on peut la faire varier aisément en plaçant en série avec la self L une résistance variable qui a pour effet de diminuer le terme $K_2 H_z$.

Les premières expériences ont été faites sans le secours d'amplificateurs à lampes, ceux-ci étant alors peu répandus. La réception était faite sur galène au moyen de deux cadres verticaux rectangulaires de une spire, ayant une hauteur de 20 mètres. Le sens de propagation des ondes était déterminé au moyen de l'un des cadres, en reliant successivement ses deux extrémités au sol à travers une self accordée. Comme le prévoyait la théorie, le téléphone rendait le son le plus intense lorsqu'on reliait au sol l'extrémité opposée à la station d'où provenaient les ondes; ce fait a pu être vérifié sur les amorties des principales stations européennes : la Tour Eiffel, Lyon, Poldhu, Bruges, Nauen, Königs-Wurterhausen, Coltano, Madrid et Barcelone.

Ces expériences ne permettent malheureusement pas de vérifier la loi trouvée précédemment pour l'amplitude dans les différents azimuts.

Une autre installation réalisée dans ce but en un lieu découvert situé à 250 kilomètres de Paris nous a permis d'effectuer des mesures d'intensité sur les ondes amorties de la Tour Eiffel pendant la transmission des nouvelles de presse de 15 heures ou du bulletin météorologique de 16 heures.

L'installation comprend deux cadres.

Le cadre étudié A (fig. 2) a 3 m 10 de côté et porte 15 spires de fil. Il a une extrémité reliée au sol à travers la bobine de self à curseur L et la résistance liquide R constituée par deux pointes plongeant dans l'eau; un cadre de comparaison B ayant 4 m 20 de côté et 11 spires

de fil est placé à 15 mètres de distance. Ces deux cadres ont la même self et le commutateur à bascule D permet de les connecter alternativement au condensateur C réglé de manière à les mettre en résonance sur la même émission; ils ne peuvent ainsi réagir l'un sur l'autre.

Aux bornes du condensateur est branché un détecteur à galène G en série avec un amplificateur de basse fréquence E actionnant le téléphone T.

Chacun des deux cadres est mobile autour d'un axe vertical et porte une graduation en degrés munie d'un index indiquant zéro lorsque son plan est perpendiculaire à la direction de l'émission. Le réglage de la self L a été fait dans cette position en cherchant le maximum de son donné par le cadre A.

Chaque mesure est faite en plaçant le cadre B dans une position

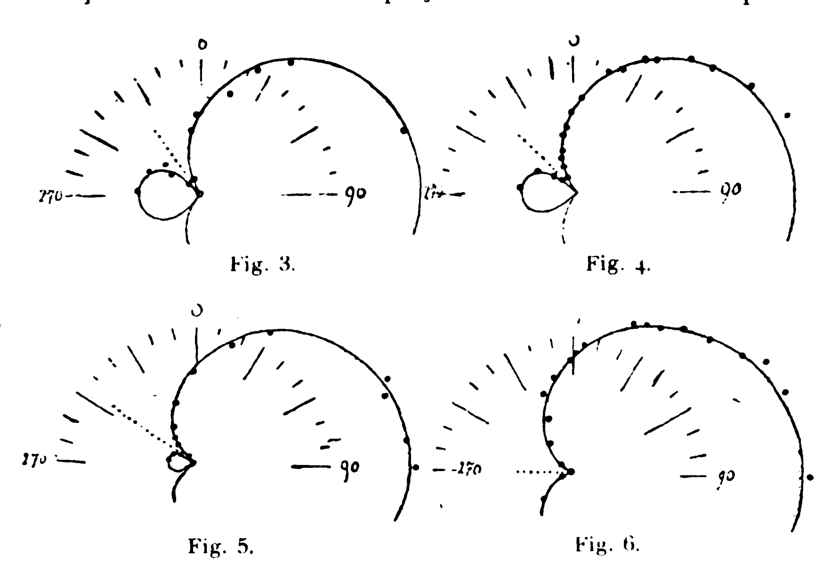


Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 5. Fig. 6.

déterminée et en faisant tourner A jusqu'à ce que le téléphone rende des sons égaux dans les deux positions du commutateur; dans ces conditions, l'amplitude dans la direction trouvée pour A est proportionnelle au sinus de l'angle lu sur B [1].

C'est ainsi qu'ont été obtenues les séries de points construits en coordonnées polaires sur les figures 3, 4, 5 et 6. Elles correspondent à

[1] Cette méthode a l'avantage de ne nécessiter aucune correction ; elle s'accommode très bien de la manipulation et donne une précision satisfaisante, surtout au voisinage des zéros où, du fait de la détection, le téléphone rend un son proportionnel à la quatrième puissance de l'amplitude.



des valeurs différentes de la résistance R ; sur chacune d'entre elles a été construit le limaçon qui paraît représenter le mieux les points trouvés.

D'après ces résultats il ne semble y avoir aucune divergence systématique entre les courbes théoriques et les points donnés par l'expérience; les écarts les plus grands sont dus au peu de temps consacré aux mesures qui devaient être faites, ainsi que les réglages, en moins de vingt minutes.

Au cours de ces essais nous avons obtenu d'excellents zéros sans qu'il soit nécessaire d'ajuster la self L avec précision; celle-ci agit en effet assez peu sur la phase de l'effet antenne grâce au fort amortissement introduit par la résistance R. Il était facile d'éteindre entièrement l'émission de FL bien que dans la position du maximum celle-ci soit lisible à cinq mètres des écouteurs. En faisant varier la résistance R, les zéros d'abord presque opposés se rapprochaient l'un de l'autre jusqu'à se confondre dans la direction du poste émetteur. Ils disparaissaient ensuite pour faire place à un minimum de plus en plus intense et flou. L'effet antenne était donc, en l'absence de la résistance R, très supérieur à l'effet cadre; on pouvait l'augmenter encore en connectant quelques mètres de fil à l'extrémité du cadre qui n'est pas reliée au sol.

Ce dispositif permet donc d'obtenir très facilement un limaçon de forme quelconque. On peut ainsi déterminer, en levant l'incertitude de 180 degrés, la direction d'un poste et même d'éliminer deux émissions gênantes provenant de directions différentes en plaçant suivant ces directions les deux zéros du limaçon.

B. Lyot.

LES PHÉNOMÈNES ÉLECTROSTATIQUES DANS LES DÉTECTEURS A LIMAILLE ET A CONTACTS IMPARFAITS

Par M. Josef WASZIK

de l'École Polytechnique de Varsovie

Dans un article intitulé « Essai d'interprétation de la conductibilité intermittente des radio-conducteurs », M. Edouard Branly a souligné, en 1918 (Procès-verbaux de la Société française de physique), le rôle

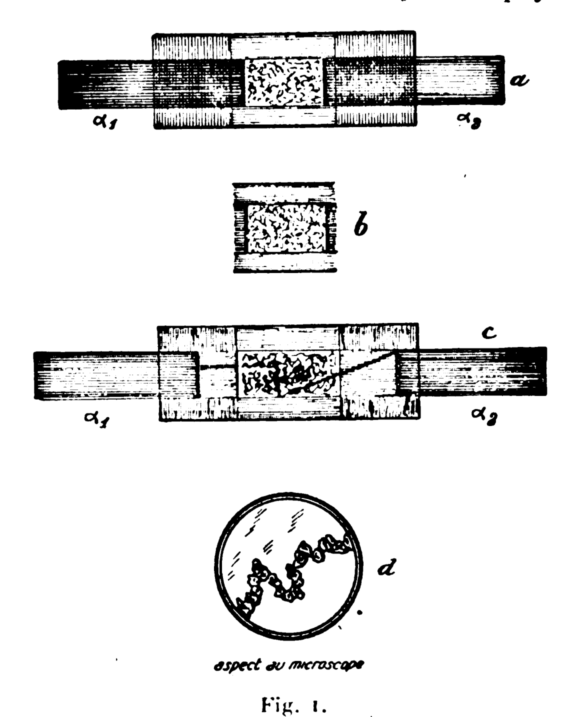


Fig. 1.

de la couche mince isolante des contacts métalliques imparfaits. Mes expériences ont confirmé ce point de vue; il semble bien, en effet, que les propriétés de cette couche isolante puissent servir de base à une théorie générale du fonctionnement des détecteurs de cette catégorie.

Trois idées directrices m'ont guidé dans mon expérimentation : 1° certains phénomènes (en particulier la variation de la résistance

électrique de la poudre de graphite en fonction de la différence de potentiel appliquée) font soupçonner que l'effet de « cohésion », est dû, au fond, à un phénomène électrostatique. J'ai essayé de provoquer cet effet par l'emploi de différences de potentiel continues ou progressivement variées; 2° parvenu à cette explication, j'ai tâché d'approfondir l'étude du phénomène de la cohésion, en essayant de déterminer les conditions électrostatiques auxquelles ce phénomène est lié : 3° puisqu'un détecteur à limaille ne diffère, à mon avis, du détecteur à un seul contact que par le nombre des contacts, j'ai essayé d'obtenir la corrélation la plus complète possible entre le fonctionnement de ces deux types d'appareils.

Description des expériences. — Pour pouvoir observer ce qui se passe dans la limaille pendant les expériences, j'ai préparé un détec-

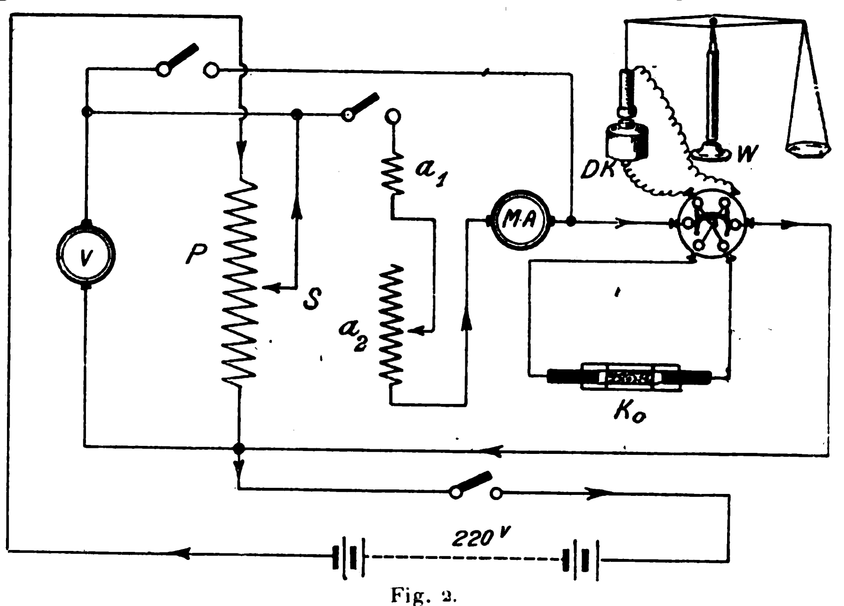


Fig. 2.

teur à minces parois en verre, planes et parallèles, rendant ainsi possible l'observation au microscope. Les deux pôles a_1 et a_2 ont été constitués par de fines plaques métalliques mobiles (fig. 1, *a*).

Disposons un tel détecteur — non cohéré — dans un circuit alimenté par une source de 220 v montée sur potentiomètre (fig. 2, schéma du dispositif d'expérimentation).

En augmentant de façon continue la différence de potentiel aux pôles du détecteur, on arrive toujours à une valeur pour laquelle le milliampèremètre M*a* accuse une déviation : on provoque ainsi, par

l'application d'une tension continue, un phénomène de cohésion identique à celui que l'on obtient sous l'influence des ondes électriques. Le métal dont est constituée la limaille n'a pas d'importance notable. Au moment où se fait la cohésion on peut observer au microscope de petits mouvements, rapides, des grains métalliques.

La grandeur de la tension nécessaire pour provoquer la cohésion a été, dans mes expériences, proche de 80 v. Elle est indépendante de la grandeur des résistances supplémentaires α_1 α_2 intercalées dans le circuit (fig. 2).

Ce même phénomène de cohésion, sous l'action d'une différence de potentiel continue, peut être obtenu avec un détecteur à un seul contact. Pour mettre le phénomène en évidence, j'ai préparé deux contacts D K, dont les pôles supérieurs α_1 et α_2, formés de plaques métalliques soigneusement aplanies et polies, avaient respectivement 1 cm^2 et 0 cm^2 5 et l'autre pôle β, le même dans les deux cas, était constitué par une plaque métallique flottant à la surface du mercure contenu dans un verre S (voir fig. 3) mobile de haut en bas. Les contacts α_1 β, α_2 β, ont été placés successivement sur la balance W (fig. 2 et 3) à la même place du circuit que celle occupée précédemment par le détecteur à limaille.

La construction du contact avec pôle mobile permettait de régler le contact de telle sorte qu'une tension appliquée de 70 v n'amenait aucune déviation au milliampèremètre. En poussant la tension jusqu'à 100 v, on provoquait la cohésion, indiquée par ce milliampèremètre. Pour ne pas endommager cet appareil par le court-circuit lors de la cohésion, non plus que les surfaces contactantes, il est nécessaire de disposer de grandes résistances a_1 a_2 dans le circuit. La tension électrique aux bornes du détecteur reste cependant très sensiblement celle qui est prise aux bornes du potentiomètre, la résistance du contact avant cohésion dépassant 10^8 ohms.

Il y a lieu, à ce que je crois, de distinguer deux espèces de cohésion. La première, que l'on peut nommer « cohésion statique », est caractérisée par le fait que le courant, après apparition du phénomène, reste parfaitement constant. Les expériences précédentes appartenaient à cet ordre de phénomènes. Le courant obtenu dépend, naturellement, de la résistance offerte par le reste du circuit.

La deuxième espèce de cohésion, ou « cohésion vibrante », peut se produire spontanément, ou être provoquée artificiellement. On observe en effet, souvent, après la cohésion statique, que l'aiguille du milliampèremètre se met à vibrer, indiquant une déviation moyenne un peu plus faible que précédemment.

On peut obtenir la cohésion vibrante artificiellement. Dans le cas du détecteur à limaille, on peut la provoquer par une faible extension de l'intervalle entre pôles (voir fig. 1). Dans le cas du détecteur à contact posé sur balance, on opère comme suit : on applique une tension de 40 v, on place sur le plateau S_2 (fig. 3) une petite masse et on élève lentement le pôle métallique flottant jusqu'au moment où les pôles

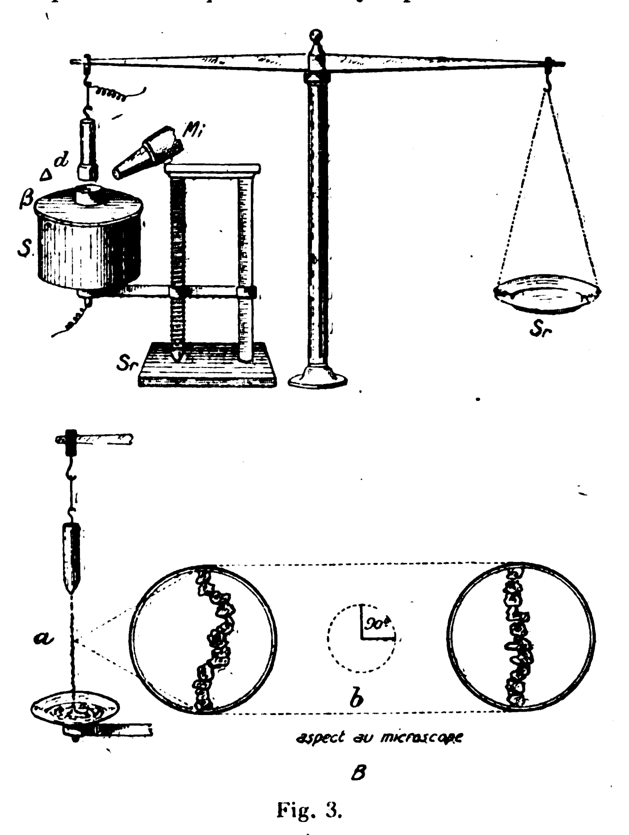


Fig. 3.

s'approchent l'un de l'autre d'eux-mêmes, grâce à la tension électrique créée à leurs surfaces. On constate aussitôt le phénomène de cohésion vibrante.

On peut constater, comme phénomènes accessoires, qu'un contact libre qui se trouve en cohésion vibrante sonne, surtout quand le poids mis sur le plateau de la balance et la tension appliquée sont assez élevés. Le mouvement vibrant des pôles, qui font sonner le contact, s'observe facilement sur la surface du mercure : de brillante, avant, elle devient mate après la cohésion.

Le tableau (I) ci-dessous donne des renseignements numériques sur les expériences de cohésion vibrante effectuées.

TABLEAU I.

1 cm² comme surface de contact.			0,5 cm² comme surface de contact.		
V	Ma	Mg	V	Ma	Mg
30-45	36-31	500	40-50	38-32	200
40-50	34-29	520	60-80	34-35	400
70-80	30-20	535	70-74	31-27	380
80-90	29-20	530			
85-92	26-19	540	80-90	30-24	450
90-100	23-18	545	90-95	28-23	490
9-10	17,5-16	300	2-5	17-15	50
14-16	14-12	370	20-29	13,5-9	200
25-30	13,5-10	410	30-35	13-8	250

V désigne la tension électrique aux pôles de contact.
Ma — l'intensité du courant en milliampères.
Mg — le poids sur le plateau de balance en milligrammes.

Il est à noter que les détecteurs à limaille ou à contacts subissant la cohésion vibrante, présentent une telle sensibilité au passage des ondes électriques qu'une petite étincelle éclatant dans le laboratoire suffit à faire disparaître la conductibilité du détecteur. Au contraire, dans le cas de la cohésion statique, la décohésion ne peut être obtenue par le moyen d'une onde électrique.

Ainsi la cohésion vibrante est nécessaire au fonctionnement du détecteur et mes expériences ont prouvé que ce phénomène est lié à la présence d'une force, à la vérité minime, tendant à écarter l'une de l'autre les surfaces contactantes.

Phénomènes mis en jeu dans la cohésion. — En observant au microscope la limaille du détecteur au moment de la cohésion, j'ai constaté qu'il se forme, au sein de la limaille, alors qu'antérieurement les grains étaient assemblés de façon complètement désordonnée, une suite de grains rangés d'une manière spécifique. Ce phénomène permet de comprendre pourquoi la conductibilité du détecteur après cohésion ne dépend pas des dimensions transversales de l'ensemble des grains de limaille (fig. 1, *b*). Il se forme ainsi, en effet, au sein de la limaille, un chemin unique, qui en assure la conductibilité. Pour m'en assurer, d'ailleurs, j'ai essayé de tendre une telle suite de grains ordonnés, en tirant sur les pôles. En se servant d'une tension de 220 v, on peut ainsi étendre la chaîne jusqu'à 5 cm de longueur (fig. 2, *b*).

***

Cette longueur dépend de façon évidente de la tension appliquée, et moins nettement du courant maximum parcourant le détecteur en cohésion statique. Dans la chaîne, les surfaces voisines des grains sont appliquées l'une à l'autre de façon très particulière et il est presque évident, à l'aspect au microscope, que l'on a affaire à un phénomène électrostatique (fig. 1, *a* et fig. 2, *b*). Il y aurait donc, dans la limaille en cohésion, une sorte de polarisation des grains métalliques, qui se produirait sur les surfaces planes, les plus étendues relativement, des grains adjacents.

On peut obtenir la même extension des chaînes de grains en opérant avec la balance, et mesurer dans ce cas la force d'attraction. Avec une tension de 220 v, on devait employer 3 à 6 milligrammes, la direction de la chaîne, ainsi que celle de la force étant verticales (fig. 2, B, *a*). Au moment de l'extension, le détecteur prend presque toujours l'état de cohésion vibrante.

Pour les détecteurs à contact, on peut mesurer les forces maxima qui attirent les pôles, pour des tensions électriques déterminées. Les résultats sont consignés dans le tableau I.

Étude des phénomènes qui précèdent la cohésion. — L'observation des phénomènes qui se passent dans la limaille avant la cohésion est très difficile au microscope, du fait des dimensions mêmes des surfaces au contact.

Au contraire, en expérimentant sur des détecteurs à contact disposés comme plus haut (fig. 2), on observe, à l'aide d'un microscope horizontal M*i*, que le pôle inférieur s'enfonce un peu dans le mercure sous la pression du pôle supérieur, le milliampèremètre ne décelant aucun courant malgré l'existence d'une différence de potentiel de 100 v aux pôles du contact. Un tel contact libre de deux pôles métalliques soigneusement polis possède ainsi une très grande résistance électrique, plus de 10^8 ω. Un galvanomètre sensible n'accuse dans le circuit qu'un courant de l'ordre de 10^{-7} ampère.

Ayant obtenu un contact imparfait de cette nature, on peut mener l'expérience de deux façons différentes :

1° Laissant aux pôles du contact une différence de potentiel constante, on augmente lentement le poids sur le plateau du bras libre de la balance. On arrive ainsi à arracher les pôles, pour un poids déterminé ;

2° Laissant au contraire le poids fixe (0,5 gr poids environ), on augmente lentement la différence de potentiel jusqu'à l'apparition de la cohésion, qui sera vibrante, sauf dans le cas où le poids employé est nul ou très faible.

On trouvera dans le tableau II le compte rendu de mesures effectuées dans les deux cas ci-dessus.

TABLEAU II.

1 cm² comme surface de contact.				0,5 cm² comme surface de contact.			
V	Ma	Gr	moyen	V	Ma	Gr	moyen
200	0	10,372 10,472 10,102	10,302	200	0	5,104 4,978 5,304	5,125
100	0	5,216 5,407 5,008	5,210	100	0	2,078 3,012 2,102	2,697

V désigne la tension électrique aux pôles de contact.
Ma — l'intensité du courant en milliampères.
Gr — le poids sur le plateau de la balance en grammes, suffisant pour arracher les pôles s'attirant mutuellement sous l'influence de la tension *V*.

Résumé et Conclusions. — 1. Des expériences qui précèdent, on peut conclure qu'il existe une corrélation complète entre les phénomènes qui ont lieu dans les détecteurs à limaille et ceux à contacts imparfaits.

2. On peut provoquer tous les phénomènes de cohésion par l'emploi de différences de potentiel variables de façon continue. Ces phénomènes sont identiques à ceux que provoquent les courants de haute fréquence, engendrés par les champs vibratoires.

3. Le phénomène connu sous le nom de décohésion, dû à l'influence des ondes électriques, est toujours précédé d'une forme spéciale de cohésion, que nous avons dénommé « cohésion vibrante ». Cette cohésion vibrante est liée à l'existence d'une force de répulsion s'exerçant entre les pôles au contact.

4. De l'étude des phénomènes qui précèdent la cohésion, il résulte qu'il se forme aux surfaces des métaux une couche isolante, présentant une grande résistance électrique, et suffisamment élastique pour provoquer une force de répulsion entre les pôles au contact, à laquelle force est liée, comme nous l'avons vu, l'apparition du phénomène de cohésion vibrante.

J. WASZIK.



RELÈVEMENTS RADIOGONIOMÉTRIQUES A CHANGHAI

Par M. E. GHERZI, S. J.

Observatoire de Zi-Ka-Wei (Changhaï).

Dans un précédent article (1) nous avons montré qu'une étude systématique de la direction des perturbations atmosphériques nous avait conduits à constater que les typhons ne doivent pas être considérés comme des centres de perturbations.

La position géographique de notre observatoire rendait intéressante l'étude des déviations subies par les ondes dans leur propagation et nous avons cherché à vérifier les indications fournies par M. Mesny (2) concernant :

1° La diminution des déviations avec l'augmentation de la distance de l'émetteur;

2° L'effet stabilisateur attribué aux grandes étendues de mer traversées par les ondes.

Notre cadre radiogoniométrique se trouve en effet à des distances de 9000 à 10000 km des grandes stations d'Europe et de la côte américaine du Pacifique.

De plus, tandis qu'à l'ouest de Zikawei, 8 000 à 10 000 km. d'étendue purement continentale nous séparent des grands postes d'Europe, du côté est, 9 000 à 11 000 km de surface océanique s'étendent entre nos appareils récepteurs et les alternateurs ou arcs de Californie. Enfin, en observant les postes de la côte est des États-Unis, par exemple Long Island, nous pouvions recevoir des ondes ayant suivi un parcours mixte.

---

(1) Étude radiogoniométrique des typhons, *Onde Électrique*, n° 34, p. 491, 1924.

(2) Mesny, *Onde Electrique*, 1922, n°s 9 et 10, pp. 501-517 et 577-587 (*Journal de Physique et Radium*, avril 1923, p. 136).

- De jour, les ondes courtes ou longues ne donnent généralement lieu qu'à de faibles déviations inférieures à 2 ou 3 degrés, quand la configuration des régions traversées n'apporte pas de perturbations systématiques.

- De nuit, les ondes longues (10000 à 25000 m) donnent lieu à des déviations qui peuvent être considérables et atteindre près de 90 degrés : les plus fortes déviations se produisent plutôt dans le voisinage du coucher du soleil, quelquefois près du lever. Ces grandes déviations sont atteintes pour des distances moyennes (300 à 1000 km). Pour de très grandes distances (6000 à 7000 km) les déviations redeviennent faibles, mais il semble que ce soit l'influence des grandes étendues de mer traversées qui joue un rôle stabilisateur. •

Nous avons poursuivi nos recherches pendant cinq mois, avec quelques périodes d'interruptions (d'octobre 1923 à mars 1924).

Les plus grandes variations semblant se produire aux alentours du lever et du coucher du soleil, nous avons groupé les heures d'écoute autour de ces deux moments de la journée, chaque poste étant écouté au moins deux fois par jour et toujours à la même heure, à 15 ou 20 minutes près.

Ainsi pour les émissions de Croix-d'Hins nous avons choisi 6 h ou 8 h du matin et 6 h ou 8 h et 9 h du soir. De la sorte, comme les heures locales du lever et du coucher du soleil sont variables, notre écoute, tout en restant dans les environs des deux moments où se produisent les plus grandes variations, se trouvait faite dans cet état atmosphérique variable qui caractérise ces mois appartenant à trois saisons, automne, hiver et printemps.

Aux heures de la matinée (6 h, 8 h, 9 h, suivant les différents mois), les ondes européennes nous arrivaient après un trajet effectué en partie de nuit (en Europe), en partie pendant les premières heures du jour (en Asie). Pour les émissions de la côte ouest américaine, au contraire, les ondes arrivaient après un trajet totalement diurne.

Quant aux ondes reçues le soir (14 h, 18 h, 19 h, 21 h), elles venaient d'Europe après un trajet complètement diurne, tandis que les émissions américaines nous parvenaient après un trajet mixte, mi-jour, mi-nuit.

D'autre part, les ondes européennes passaient uniquement au-dessus de continents, tandis que les émissions américaines ne traversaient que des océans.

Nous avons écouté les stations suivantes :

Europe. — Bordeaux LY; Nauen POZ; Sainte-Assise UFU; Hanovre OUI; Leafield GBL; Coltano ICC; Rome IDO; Varsovie AXL.

Afrique. — Le Caire SUC.

Asie. — Batavia (Bandung) PKX; Saïgon HZA et HZE; Manille NPO; Pékin HYZ; Haranomachi (Japon) JAA; Guam NPN.

Amérique. — Honolulu NPM et KIE; San Diego NPL; Bolinas KET; San Francisco NPG.

FL sur arc, PGG en Hollande et WQL Long Island (New-York) furent écoutés seulement quelquefois, mais le résultat fut le même que celui obtenu pour les autres stations éloignées.

Nous pouvons diviser ces postes en trois groupes.

1. *Stations peu éloignées*, distance inférieure à 3000 km : Manille, Saïgon, Pékin, Haranomachi.

2. *Stations assez éloignées*, distance supérieure à 3000 km : Batavia, Guam.

3. *Stations très éloignées* : celle d'Europe, le Caire, Honolulu et celles de la côte est des États-Unis.

Le mode d'opérer avec le cadre est bien connu : on cherche par retournements successifs des deux côtés, la position d'extinction ; on corrige de la déclinaison la direction lue sur une boussole de précision.

En cas de zone de silence, nous avons pris le milieu de cette zone, préférant ne pas nous servir du compensateur Mesny pour éviter ces zones de silence. La mise à la terre qu'il comporte nous a paru en effet troubler la réception par des inductions dues au retour par la terre des courants des tramways, etc...

La position des appareils récepteurs et des accumulateurs a toujours été la même, l'opérateur a toujours occupé la même place et s'est toujours servi du même téléphone.

Nous avions cru que notre antenne extérieure : un fil horizontal à 40 m au-dessus du sol et de 645 m de longueur d'onde propre aurait pu causer des perturbations. Aussi avons-nous souvent fait des relèvements sur le même poste, en laissant l'antenne réunie à un récepteur réglé sur la même émission [1].

Le résultat de la mesure était identique à celui qu'on obtenait en détachant l'antenne ; nous avons d'ailleurs toujours adopté cette disposition pour les lectures d'azimut notées dans ce travail.

D'autres sources possibles de déviation systématique étaient à craindre : une charpente métallique se trouvait en effet au sommet de la tour de l'Observatoire et dans une petite terrasse en ciment armé orientée EW et située au pied de la tour ; de même les fils du courant triphasé passant à 40 m du cadre auraient pu avoir une influence.

La lecture de ce qui suit montrera toutefois qu'aucun effet quadrantal n'a été remarqué ; les stations étaient d'ailleurs choisies dans le N, le NW, le WNW, le NE, l'E, le SE, le S et le SW. Elles auraient mis facilement en évidence une erreur systématique si une telle erreur avait pu se glisser dans nos observations.

Nous avons utilisé l'amplificateur à six lampes BX (ancien L_4 modifié) avec hétérodyne séparé (1 lampe a toujours suffi). Le BR_8 utilisé pour la recherche concernant les typhons et les atmosphériques n'aurait pas suffi étant donnée la grande distance de certaines stations.

---

[1] Les relèvements ont toujours été faits avec le cadre séparé et situé aussi loin de l'antenne que du circuit récepteur de l'antenne : cela va de soi.

Par un scrupule d'exactitude nous ne nous sommes jamais servi de « bouchon sélectif » contre les atmosphériques, pour ne pas introduire de nouvelles capacités et pour ne pas rompre par là l'homogénéité des mesures. D'ailleurs, étant donné les mois choisis pour l'écoute, nous devions avoir sur cadre des réceptions convenables.

Nous avons dit que la disposition des appareils était telle qu'en retournant le cadre pendant l'écoute on ne pouvait juger de la position qu'il prenait. Nous avons été ainsi très souvent étonnés de constater absolument le même relèvement dans des mesures successives d'un même poste; nous avons toujours lu les angles au degré.

D'autre part nous avons toujours tenu à ce que l'observateur soit toujours seul dans la salle d'observation au moment des mesures.

Le calcul des azimuts vrais ne fut exécuté que vers la fin des mesures [1], de la sorte aucune idée quelconque n'était possible pendant les observations.

Conclusions. — Il me semble que l'on peut légitimement tirer de nos mesures les conclusions suivantes :

1° Le relèvement obtenu par la moyenne totale des lectures a été exact, dans l'ordre de précision qu'on pouvait obtenir, c'est-à-dire à un degré près. Ceci est encore vrai pour les moyennes mensuelles que nous n'avons pas données.

2° Pour la moyenne d'un nombre restreint de mesures (une dizaine), le relèvement obtenu n'est ordinairement exact, à un degré près que pour les stations très éloignées (cf. tableaux A et B).

3° — (*a*) Les écarts obtenus pour les postes voisins (cf. tableau C) ont été beaucoup plus forts et plus fréquents [2] que pour les postes très éloignés (cf. tableaux A et B).

(*b*) Pour les postes éloignés, les valeurs extrêmes données dans les colonnes des *écarts*, furent rares ou même uniques. Elles ont coïncidé avec l'arrivée dans nos régions de fortes vagues de froid anticyclonique.

Par temps de brume ou au passage de centres de dépressions sur nos régions, les valeurs des relèvements ont donné des chiffres exacts à 1° près.

L'écart maximum probable pour les grandes distances reste de l'ordre de 5° d'un côté ou de l'autre du relèvement vrai.

---

[1] Nous exprimons ici nos plus sincères remerciements au R. P. E. de la Villemarqué, notre collègue à Zikawei, pour le concours qu'il nous a fourni pour ce travail.

[2] Il est utile de noter ce point : des variations dans les deux sens, très grandes et fréquentes, peuvent donner en moyenne un relèvement exact.



4° Il ne paraît pas, dans le cas de postes très éloignés, que la mer joue un rôle stabilisateur plus grand que celui du continent pour une distance égale.

5° Le sens de propagation E W ou W E ne semble pas affecter ces mesures à très grandes distances de plus d'un degré en plus ou en moins.

En dehors des cas d'arrivée de puissants anticyclones, nous ne voyons pas quels éléments météorologiques ont pu causer les déviations relevées par notre écoute. Bien que dans l'espace des quatre mois d'écoute, l'état météorologique local ait souvent varié, nous n'avons pu retrouver de coïncidences bien nettes même pour les variations des relèvements des postes voisins.

Le poste qui nous a donné le plus souvent de larges zones de silence (entre 15° et 25°) est celui de San Diego en Californie. La station est séparée de Zikawei par 11 000 km environ de surface océanique.

Nous regrettons que l'arrivée des mois de printemps, si sujets ici à des décharges atmosphériques, nous ait empêché de continuer ces mesures de façon sérieuse.

E. Gherzi, S. J.

Tableau A

Stations d'Europe et d'Afrique. Distance : entre 8.000 et 10.000 kilomètres.
Parcours complètement continental dans le sens de l'Ouest vers l'Est, Secteur NW.

POSTES	Azimut vrai [1].	Azimut observé moyen.	Écart.	Azimuts Jour 6h 8h	Valeurs extrêmes	Azimuts nuit 18h 20h	Valeurs extrêmes
Varsovie . . . (AXL)	320°40'	319°	— 1°40'	—	—	319°	320°40' 316°30'
Hanovre . . . (OUI)	324°20'	325°30'	+ 1°10'	325°30'	329° 325°	—	—
Nauen . . . . (POZ)	323°18'	323°30'	+ 0°12'	324°	328° 322°	325°	329° 323°
Sainte-Assise (UFU)	324°15	323°30	+ 0°45	323°30'	327 318°	—	—
Bordeaux . . (LY)	323°	322°30'	— 0°30'	323°	327° 323°	322°	329° 319°
Coltano . . (ICC)	317°06'	320° qq. observat. seulem.	+ 2°54'	320°	326° 318°	—	—
Le Caire . . . (SUC)	296°22'	296° qq. observat. seulem.	— 0°22	296°	301° 289°	—	—

(1) Les azimuts sont comptés de 0 à 360° du Nord vers l'Est.

Tableau B

Stations du Pacifique et d'Amérique. Distance : entre 8.000 et 12.000 kilomètres. Parcours complètement Océanique (excepté pour Long Island) dans le sens de l'Est vers l'Ouest. Secteur NE.

POSTES	Azimut vrai	Azimut observé moyen	Écart.	Azimuts Jour 6h 8h	Valeurs extrêmes.	Azimut nuit 18h 20h	Valeurs extrêmes.
Honolulu . . (KIE)	76°28'	77°	+ 0°32'	76°	70° 84°	78°	73° 84°
(NPM)	76°28'	76°	− 0°28'	77°		77°	74° 81°
San Diego . (NPL)	46°11'	48° Souvent grande zone de silence	+ 1°49'	—	—	48°	42° 53°
San Francisco (NPG)	37°47'	40° qq. observat. seulem	+ 2°13'	—	—	40°	?
New York . . (WQL)	12°09'	12°30' qq. observat. seulem	+ 0°21'	—	—	12°30'	9° 19°

Tableau C

Stations d'Extrême-Orient. Distance : entre 1.000 et 5.000 kilomètres. Parcours mixtes. Secteurs SW, NE, SE.

POSTES	Azimut vrai.	Azimut moyen observé.	Ecart.	Azimuts Jour 6h 8h	Valeurs extrêmes.	Azimuts nuit 18h 20h	Valeurs extrêmes
Batavia . . . . (PKX)	203°03'	202°30'	− 0°33'	203°	201° 216°	202°	201° 204°
Saïgon . . . (HZA)	216°58'	218°	+ 1°00	218°	215° 220°	—	—
Manille . . . (NPO)	181°35'	181°30'	− 0°05'	182°	188° 95°	181°	185° 92°
Harano . . . (JAA)	63°02'	65°30'	+ 2°28'	63°30'	73° 58°	67°	64° 70°
Peking. . . . (XYZ)	336°27'	335°30'	− 1°03'	335°30'	201° 216°	335°30'	342° 331°
Guam . . . . (NPN)	124°32'	124°	− 0°32'	124°	?	—	—

Les minutes d'arc des relèvements observés ne sont que la traduction des dixièmes de degrés, donnés par la moyenne des observations. On ne prétend donc pas donner par là une mesure exacte à quelques minutes d'arc de plus ou de moins!

SUR LES PRÉCAUTIONS QU'IL CONVIENT DE PRENDRE DANS L'UTILISATION DES THERMO-COUPLES A FILS CROISÉS EN RADIOTECHNIQUE

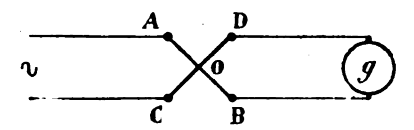
Par M. J. CAYREL

Licencié ès sciences, Directeur de l'Ecole Pratique de T. S. F. de Bordeaux

---

Les thermo-couples à fils croisés sont constitués par deux fils conducteurs AB et CD de pouvoirs thermoélectriques très différents (fer et constantan par exemple) en contact en un point O.

Le courant alternatif à mesurer traverse l'un des quatre secteurs A O C par exemple. Un galvanomètre à courant continu *g* est relié au secteur opposé B O D. L'échauffement par le courant alternatif qui parcourt A O C de la soudure O du couple engendre un courant continu mesuré par le galvanomètre *g*. On ramène ainsi la mesure du



courant alternatif à celle d'un courant continu. La correspondance entre le courant alternatif et le courant continu se déduit de la courbe d'étalonnage de l'appareil.

Ce thermo-couple, en apparence très pratique, présente malheureusement deux particularités qui rendent son emploi incommode dans certaines mesures de la radiotechnique.

La première est due à la *résistance de la soudure O* qui entraine une *dérivation du courant de chauffe dans le secteur B O D et dans le galvanomètre.*

La seconde tient à ce que, tandis que dans le galvanomètre de Duddell et dans certains thermo-couples différents de celui qui nous occupe, le circuit de chauffe est constitué par un fil *homogène,* dans le thermo-couple à fils croisés le circuit de chauffe est constitué par un fil *hétérogène* puisque le secteur A O C est composé d'un fil de fer A O soudé en O à un fil de constantan O C.

Il résulte de cette hétérogénéité du circuit de chauffe que les phénomènes thermiques dus au passage du courant de chauffe dans la soudure seront une combinaison de l'effet Joule et de *l'effet Peltier*.

De ces deux particularités, il résulte que l'on s'exposerait à des erreurs grossières si l'on utilisait tel quel le thermo-couple à fils croisés pour la mesure de l'*intensité efficace* d'un courant alternatif dont l'*intensité moyenne* n'est pas nulle (c'est notamment le cas d'un courant qui a traversé un détecteur). Le courant dérivé à la soudure et l'effet Peltier étant des phénomènes du premier ordre, on mesurerait pour les faibles courants l'intensité moyenne au lieu de l'intensité efficace, et pour les courants plus intenses une grandeur bâtarde intermédiaire entre ces deux grandeurs.

La méthode suivante, préconisée par M. Thovert pour l'étalonnage du thermo-couple avec un courant continu, permet d'éviter les inconvénients que nous venons de signaler.

Une pile montée sur un potentiomètre intercalé dans le circuit galvanomètre permet de compenser la différence de potentiel à la soudure et la force électromotrice Peltier. On est averti de la compensation lorsque l'inversion simultanée du courant de chauffe et de la différence de potentiel de compensation est sans effet sur l'indication du galvanomètre.

On peut également éliminer les deux effets perturbateurs en remarquant qu'ils changent de signe avec le sens du courant de chauffe alors que l'effet Joule n'est pas modifié. Il suffira donc de faire deux lectures du galvanomètre correspondant aux deux sens du courant de chauffe et de prendre la moyenne.

Les deux méthodes que nous venons d'indiquer supposent que les effets perturbateurs correspondant à des courants de chauffe égaux et de sens opposés sont égaux et de signes contraires. Le succès de la méthode de M. Thovert justifie pratiquement cette assertion. Mais il est permis de remarquer qu'elle ne serait, du point de vue de la théorie, rigoureusement exacte que si chacun des effets perturbateurs existait seul, car l'effet Peltier et l'effet de dérivation à la soudure réagissent l'un sur l'autre :

Soit I l'intensité du courant de chauffe, E (I) la force électromotrice due à l'effet Peltier, ρ (I) la résistance de la soudure pour le courant I, U (I) la différence de potentiel due au passage du courant I à travers la soudure.

La force électromotrice Peltier change bien de signe en même temps que I ; on a :

$$E(I) = -E(-I).$$

La différence de potentiel à la soudure U (I) a pour valeur :

$$U(I) = \rho(I) \times I.$$

Si l'effet Peltier n'existait pas, la résistance de la soudure serait une fonction paire de I; on aurait :

$$\rho(I) = \rho(-I)$$

d'où :

$$U(I) = -U(-I).$$

Mais à cause de l'effet Peltier la température de la soudure n'est pas la même pour les courants I et —I; il en résulte que ρ (I) n'est pas égal à ρ (— I) et que U (I) et U (— I) ne sont pas égaux en valeur absolue.

Il serait intéressant de rechercher par des observations précises dans quelles limites les mesures peuvent se trouver affectées par cette dissymétrie.

J. CAYREL.

Union Radiotélégraphique Scientifique Internationale

Diagramme des forces électromotrices mesurées à Meudon pour les émissions de Bordeaux, Nantes et Rocky Point pendant le 2e trimestre 1924.

Les diagrammes ci-dessous donnent les champs électriques en microvolts par mètre des stations de Bordeaux (LY), Nantes (UA) et Rocky-Point (WQK). Ces éléments ont été mesurés à Meudon par la méthode indiquée au n° 1 de *l'Onde Électrique* (janvier 1922).

La station de Rocky-Point transmet avec une intensité moyenne de 680 ampères. Sa hauteur de rayonnement étant de 80 mètres environ.

Les résultats des mesures précédentes sont contenus dans les numéros 10, 17, 22, 25 et 31.

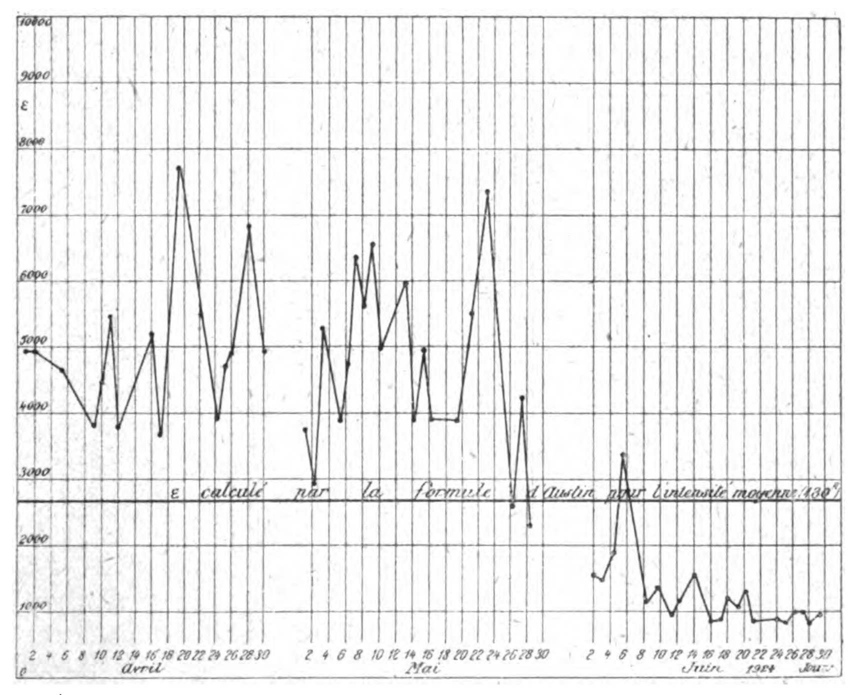


Fig. 1. — Lafayette (LY) $\Delta = 18.900^m$ $I_m = 480^A$.

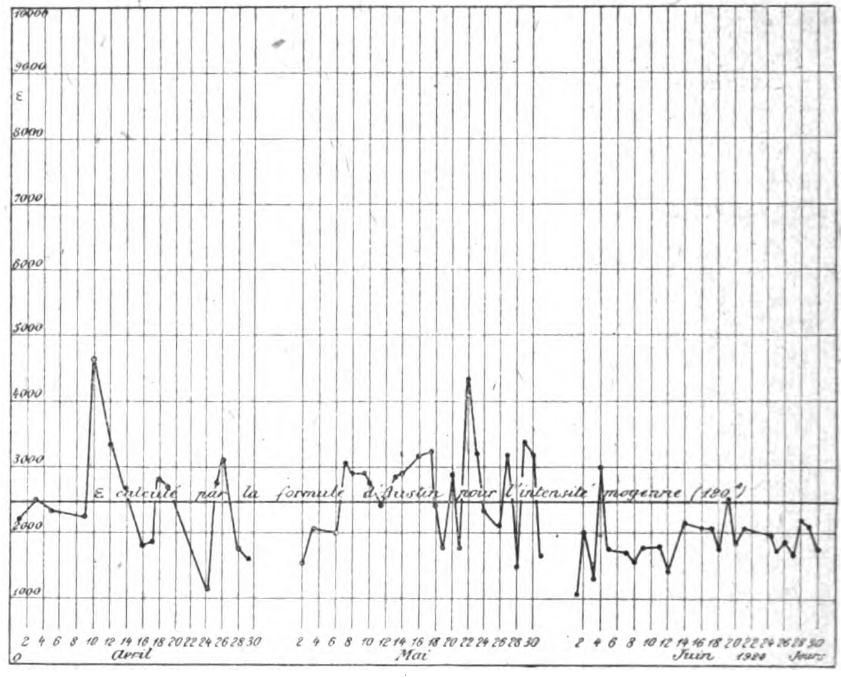


Fig. 2. — Nantes (UA) $\Delta = 9.000^{m}$ $I_m = 180^{A}$.

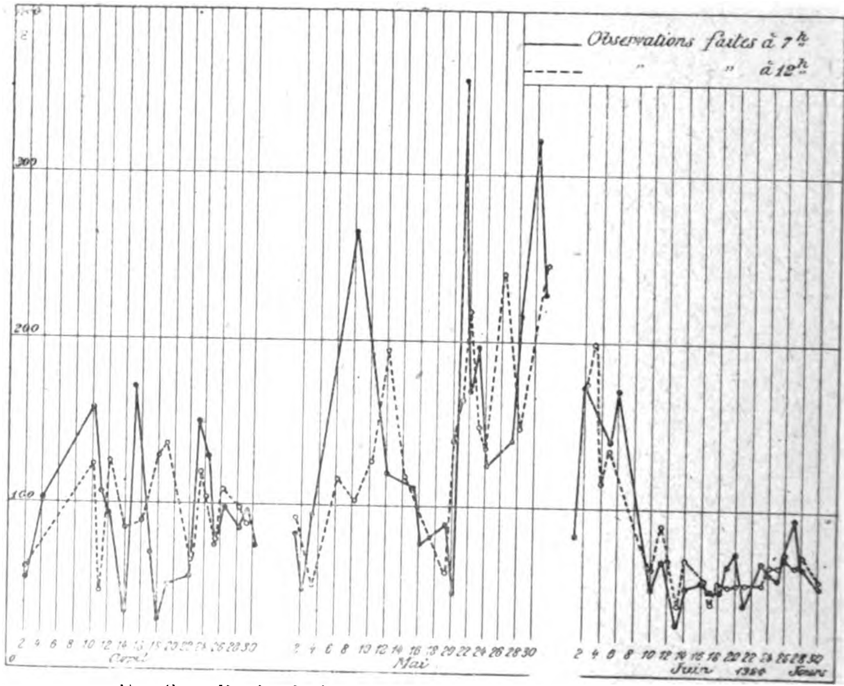


Fig. 3. — Rocky Point (WQL) $\Delta = 17.610^{m}$ $I_m = 680^{A}$.

Liste des azimuts des principales stations de T. S. F. par rapport au poste de Meudon.

	Latitude	Longitude
Meudon.	48° 48′ N	2° 14′ E (Greenwich)

NOM DE LA STATION	Latitude	Longitude (Gz)	Azimut par rapport à Meudon
Lyon.	45° 45′ N	4° 50′ E	149° 1′
Nauen	52° 39′ N	12° 35′ E	55° 38′
Hanovre			50° 21′
Moscou	55° 45′ N	37° 34′ E	58° 34′
Carnarvon	53° 7′ N	4° 11′ W	319° 30′
Poldhu.	50° 3′ N	5° 13′ W	287° 18′
Croix-d'Hins	44° 42′ N	0° 48′ W	208° 0′
Constantinople.	41° 0′ N	28° 59′ E	102° 26′
Bucarest.	44° 25′ N	26° 7′ E	96° 0′
Rome	41° 54′ N	12° 29′ E	130° 2′
Bizerte.	37° 10′ N	9° 48′ E	151° 54′
Toulon.	43° 7′ N	5° 56′ E	154° 20′
Beyrouth	33° 54′ N	35° 29′ E	108° 48′
Oran.	35° 42′ N	0° 40′ W	190° 19′
Casablanca.	33° 37′ N	7° 37′ W	209° 58′
Varsovie.	52° 13′ N	21° 2′ E	66° 54′

Liste des azimuts des principales stations radiotélégraphiques par rapport au poste radiogoniométrique de Meudon.

	Latitude	Longitude
Meudon.	48° 48′ N	2° 14′ E (Greenwich)

NOM DE LA STATION	Latitude	Longitude (Gz)	Azimut par rapport à Meudon, compté du Nord vers l'Est
Prague.	50° 5′ N	14° 25′ E	76° 12′
Belgrade.	44° 48′ N	20° 29′ E	100° 56′
Aranjuez.	40° 2′ N	3° 37′ W	207° 35′
Barcelone	41° 22′ N	2° 10′ E	180° 23′
Skavanger.	58° 38′ N	5° 22′ E	9° 26′
Bamako	12° 37′ N	7° 50′ W	196° 25′
Brazzaville.	4° 17′ S	15° 17′ E	163° 54′
Tananarive.	18° 55′ S	47° 32′ E	136° 44′
Djibouti	11° 36′ N	43° 8′ E	123° 30′
Pondichéry	11° 56′ N	79° 50′ E	91° 19′
Saïgon.	10° 47′ N	106° 42′ E	72° 4′
Honolulu.	21° 18′ N	157° 52′ W	340° 34′
Taïti.	17° 32′ S	149° 34′ W	313° 55′
San Francisco	37° 47′ N	122° 26′ W	318° 47′
Annapolis	38° 59′ N	81° 10′ W	291° 27′
Glace Bay	46° 11′ N	60° 1′ W	290° 48′
Clifden.	53° 27′ N	10° 1′ W	305° 50′

UN AMATEUR FRANÇAIS EN AMÉRIQUE

Par M. Léon DELOY, 8 A B

(*Suite*)

A notre arrivée à Chicago nous sommes reçus sur le quai de la gare par M. R. H. G. Mathews, l'un des principaux organisateurs de la « Convention ». Nous prenons place dans son auto et il nous mène

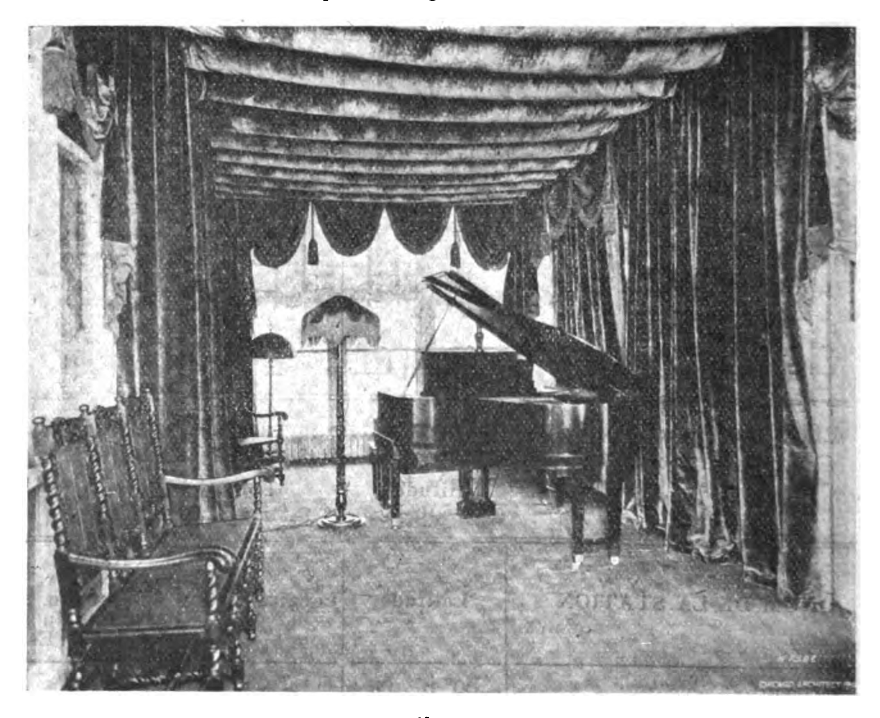


Fig. 1.

directement à l' « Edgewater Beach Hotel » où se tiendront dans quelques jours les principales réunions du congrès ; c'est une agréable promenade de quelques kilomètres, le long d'un superbe boulevard au bord du lac Michigan ; ce lac qui semble grand comme la mer ne laisse soupçonner aucune trace de sa rive opposée et l'on croirait longer l'une de nos plages de la Manche.

Aussitôt installés à l'hôtel, « Matty » (c'est le surnom que les amateurs américains ont donné à M. Mathews qu'ils considèrent comme l'un de leurs plus sympathiques « leaders »), nous fait visiter WJAZ.

WJAZ est la station de « broadcasting » connue sous le nom de « Zenith-Edgewater Beach Hotel Station ». Le « Crystal Studio » est situé dans l'hôtel même près de la salle de restaurant ; son nom vient de ce que toutes ses parois sont en verre, afin que les hôtes de l'hôtel puissent voir de l'extérieur ce qui se passe devant le microphone.

Comme à WJAZ, le microphone est dissimulé, il se trouve sous l'abat-jour que l'on voit à gauche du piano (fig. 1) ; d'épaisses tentures

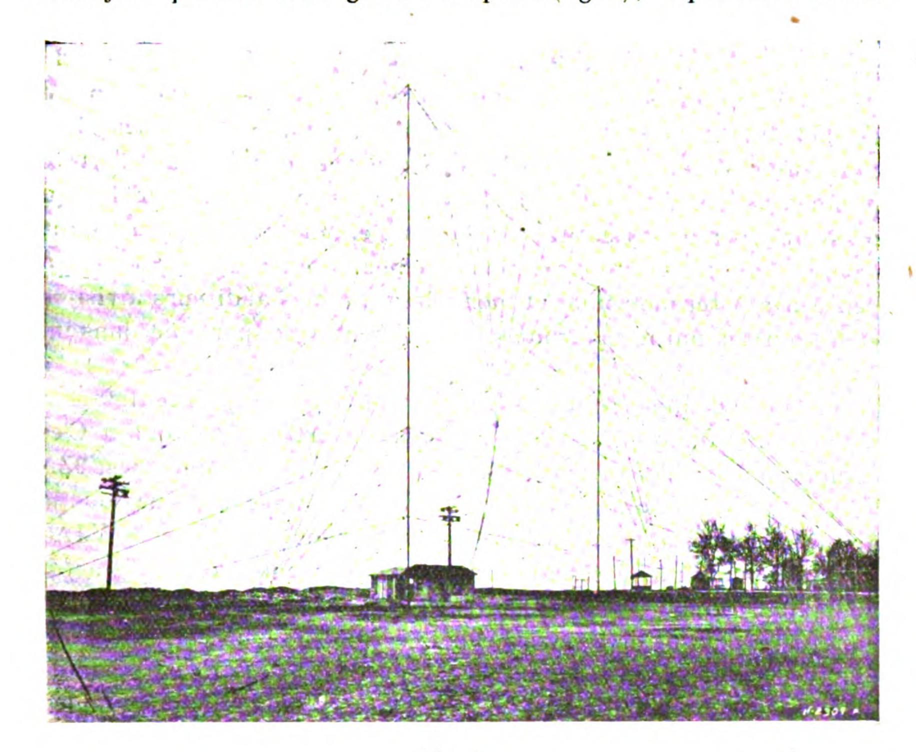


Fig. 2.

servent à empêcher l'écho. M. Mathews m'ayant demandé de dire quelques paroles aux auditeurs, je leur fis un petit speech impromptu sur l'histoire du « Broadcasting » en France ; en terminant je leur demandai de m'envoyer des cartes postales à titre de souvenir. A peine sorti du « studio », « Matty » me prit par le bras et en riant me dit : « Malheureux, qu'avez-vous fait ? Si tous ceux qui vous ont entendu vous envoient une carte postale, il va vous falloir un wagon pour les emporter ! et s'ils oublient de les affranchir, cela va vous coûter une fortune !... » C'est alors que j'appris que les auditeurs de WJAZ étaient estimés à quatre cent mille. Comme je demandais sur

quoi reposait cette estimation, voici ce qui me fut répondu : « Nous avons un jour fait l'expérience suivante : au milieu d'un concert, nous avons annoncé que, dans chaque État, l'expéditeur du premier télégramme nous annonçant la réception de notre émission recevrait gratuitement un poste de réception Zenith d'une valeur de cent dollars. Quelques instants plus tard les télégrammes commencèrent à affluer et pendant plusieurs heures le central de Chicago fut absolument submergé par le trafic. Nous reçûmes quatre mille télégrammes. Or, il est fort probable que pas plus d'un pour cent des personnes atteintes par notre message n'a envoyé de télégramme ; en effet, il faut considérer l'heure tardive à laquelle cela se passait, le coût d'un télégramme et le peu de chance que chacun avait d'arriver premier de son État ; il ne faut pas oublier non plus que lorsque plusieurs personnes écoutaient ensemble, une seule au maximum envoyait un télégramme. » Heureusement pour moi je n'avais pas pensé à répéter mon nom et mon adresse à mes auditeurs invisibles et le courrier qui me parvint fut facilement transportable dans une valise !

Le poste d'émission de WJAZ se trouve à quelques centaines de mètres du « studio », dans un terrain découvert au bord du lac. C'est l'emplacement de l'ancien poste d'amateur de M. Mathews, 9ZN. 9ZN était un puissant poste d'un kilowatt à étincelles, que tous les amateurs américains connaissent ; il a maintenant fait place à WJAZ.

L'antenne actuelle (fig. 2) est soutenue par deux mâts de 50 mètres de hauteur, éloignés l'un de l'autre de 41 mètres ; elle est construite entièrement en fil de bronze doré et a la forme d'un éventail à neuf fils avec descente en prisme. La prise de terre est formée par des plaques et fils métalliques enfouis dans le sol toujours humide à cause de la proximité du lac.

L'énergie électrique est empruntée au secteur. La figure 3 représente la salle des machines ; on voit à gauche le groupe convertisseur qui fournit le courant continu à haute tension pour l'alimentation des plaques des lampes d'émission. L'émetteur (fig. 4) emploie comme oscillatrices et comme modulatrices des lampes de 250 watts ; quand je le vis fonctionner, il y avait 13 lampes en service : 6 oscillatrices et 7 modulatrices, mais tout est prévu pour pouvoir porter ce nombre à 20 dont 9 oscillatrices et 11 modulatrices, les plaques de ces lampes sont alimentées sous 2.000 volts et prennent chacune 0,25 ampères : WJAZ est, paraît-il, le plus puissant poste de diffusion des États-Unis ; sa longueur d'onde est de 448 mètres et son courant d'antenne n'est jamais inférieur à 15 ampères.

Le premier jour de la « Convention » était le mardi 11 septembre. Pour ce jour-là le programme ne prévoyait rien de spécial. On devait seulement se faire inscrire et recevoir l'insigne de congressiste ; cet insigne consistait en une médaille commémorative suspendue à un ruban aux couleurs de Chicago : jaune et noir; la barrette par laquelle on fixait cette médaille à son vêtement encadrait une petite carte sur laquelle chacun inscrivait son indicatif, de sorte que sans les avoir

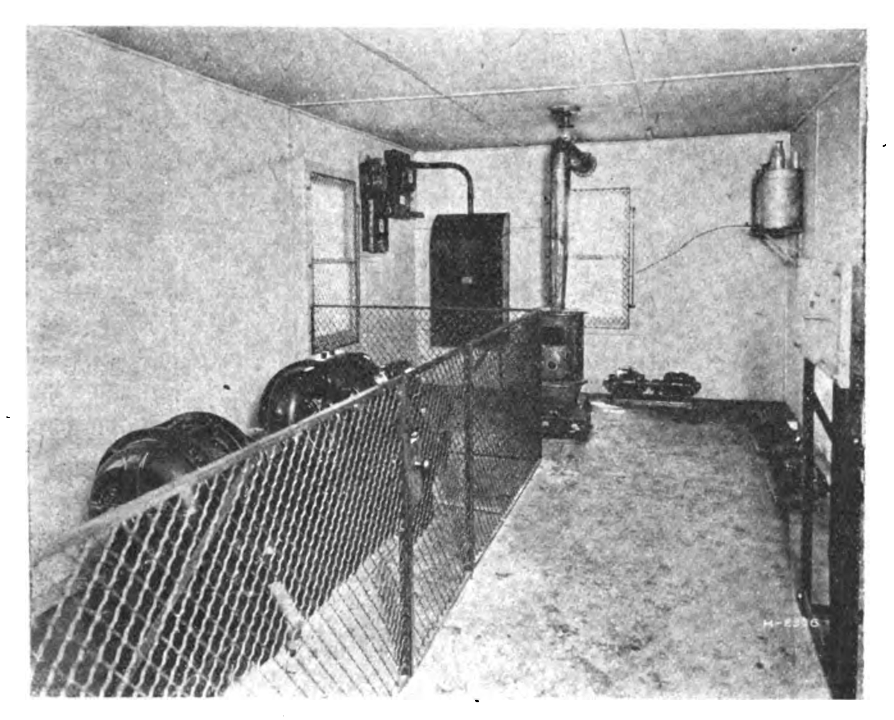


Fig. 3.

jamais vus on reconnaissait ainsi dans la foule les camarades avec qui l'on avait correspondu par T. S. F., ou dont on avait entendu parler. C'est ainsi que le « F8AB » que je portais sur mon insigne ne cessa d'attirer l'attention pendant toute la « Convention ». Tous les camarades américains, et ils étaient près de 2 000 à Chicago, voulaient serrer la main et obtenir un autographe du premier amateur européen qui soit venu assister à une de leurs réunions ; je ne pouvais faire un pas sans être poursuivi par un groupe éternellement renouvelé qui, programme en main, demandait des autographes. Il y avait, en effet, dans le programme quelques pages blanches réservées à cet effet et un concours était ouvert avec de très jolis prix en appareils

de T. S. F. pour ceux qui auraient obtenu le plus grand nombre de signatures *authentiques* (*sic*) à la fin de la réunion.

Le programme de ce premier jour prévoyait aussi l'inscription des concurrents qui désiraient participer à la « course à la moustache ! » Il s'agissait de faire constater que l'on était entièrement rasé, et le dernier jour, celui des concurrents dont la moustache aurait le plus poussé recevrait un prix ! Un concours de ce genre pendant un congrès de T. S. F. paraît, à nous autres de la vieille Europe, quelque peu déplacé ; on verra plus loin qu'il ne fut pas la seule note gaie de la « Convention », tant s'en faut ! Par nature, « les Américains sont jeunes, et c'est beau la jeunesse », comme a dit M. Brieux, ils s'amusent ainsi que des enfants pour un rien, et l'instant d'après ils sont capables de fournir un effort de travail considérable. On a bien ri à Chicago, mais on y a aussi fort bien travaillé.

Le mercredi 12 septembre fut consacré à des concours sportifs ; il y eut des matches de baseball, de natation, de tennis, des concours de saut, des courses et même une « course à une jambe » et une « course à la brouette ».

Pour la « course à une jambe » les équipes de deux concurrents se plaçaient sur la ligne de départ et l'on attachait solidement la jambe gauche du concurrent de droite à la jambe droite de son camarade placé à gauche ; en général les deux partenaires se tenaient fortement par la taille et s'efforçaient de courir de leur mieux avec les deux jambes restées libres, mais comme elles n'appartenaient pas au même individu, on voit d'ici les faux pas et les chutes qui en résultèrent !

La « course à la brouette » se courait également par équipes de deux. Celui qui « poussait la brouette » prenait sous chacun de ses bras l'une des jambes de son partenaire qui, lui, marchait sur les mains, ses mains remplaçant la roue de la brouette ! Je laisse à mes lecteurs le soin d'imaginer les incidents d'une telle course : doigts de la « brouette » écrasés par les pieds du « conducteur », nez de la « brouette » entrant brusquement en contact avec les aspérités du chemin !...

Enfin, les camarades américains se sont beaucoup amusés à ces jeux, et F8AB... à les regarder !

Contrairement à ce qui s'était fait dans les précédentes « Conventions », on avait décidé, à Chicago, que le banquet aurait lieu le plus tôt possible afin que les congressistes fassent dès le début ample connaissance les uns avec les autres. Ce banquet eut donc

lieu le soir du mercredi, à 7 heures, dans la grande salle de bal de l'hôtel La Salle.

L'hôtel La Salle possède un excellent poste de diffusion dont les

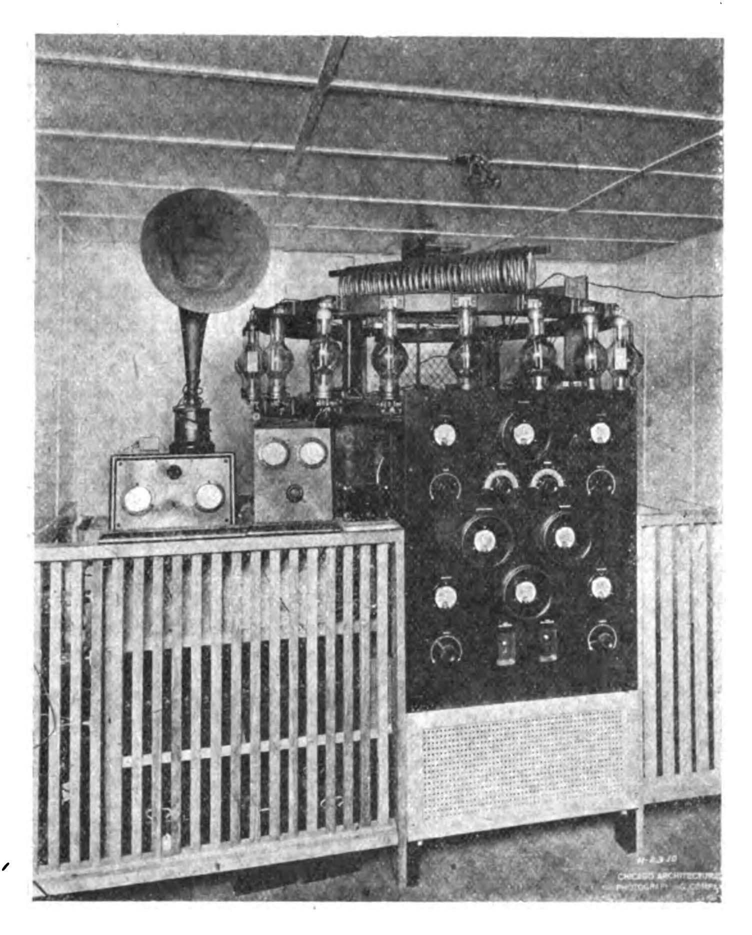


Fig. 4.

programmes sont écoutés régulièrement dans le nord des États-Unis et le sud du Canada. A l'occasion du banquet et juste avant l'ouverture de ce dernier, les principaux administrateurs de l'« American Radio Relay League » firent de petits speechs par radio; on me demanda également de parler en anglais, puis en français pour les Canadiens ; je résumai donc l'histoire de la T. S. F. amateur en France, puis je dis quelques mots sur l'importance scientifique des expériences de T. S. F. faites par WNP, le poste d'amateur installé

à bord du *Bowdoin* pendant sa croisière Arctique. Ce speech me valut de nombreuses lettres et cartes, en particulier de Français et de Canadiens français qui étaient heureux d'avoir entendu parler leur langue dans ces conditions ; si par hasard, ces lignes tombent sous les yeux de quelques-uns d'entre eux, qu'ils reçoivent mes remerciements et qu'ils veuillent bien m'excuser de ne pas leur avoir répondu individuellement; le temps matériel me faisant absolument défaut pour répondre à l'énorme courrier que je reçus.

Le banquet fut très animé. De la table des « speakers », on dominait toute la salle où des centaines d'amateurs, par petites tables, rivalisaient d'entrain. Beaucoup d'entre eux avaient apporté des sifflets pour converser en « Morse à grande distance », et le brouillage était intense! A l'heure des discours, il fallut toute l'autorité de « Matty » pour obtenir un silence au moins relatif!

L. Deloy.

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTE DES AMIS DE LA T. S. F.

Membres associés. — Il vient d'être créé une nouvelle catégorie de membres de la Société des Amis de la T. S. F., sous le nom de membres associés. La cotisation de ces nouveaux membres a été fixée à 15 francs par an. Une nouvelle revue, *la T. S. F. pour Tous*, leur sera servie. Cette revue, laissant complètement de côté la partie technique pure, s'adresse tout spécialement aux amateurs qui y trouveront, sous la forme la plus accessible, l'exposé des questions qui les intéressent; elle les tiendra au courant de toutes les nouveautés et leur donnera les renseignements nécessaires à l'écoute des postes de radio-diffusion. Cette revue pratique pourra également être reçue par les membres titulaires, moyennant un supplément de cotisation de 10 francs.

La T. S. F. pour Tous commencera à paraître en janvier 1925, avec un numéro hors série le mois prochain. Les personnes qui désireraient recevoir un exemplaire de cette revue n'auront qu'à la demander à M. Chiron, 40, rue de Seine, en joignant à leur demande la somme de 1 franc.

Séances mensuelles de la Société. — Les séances mensuelles de la Société, où sont conviés tous les membres, titulaires et associés, ont repris le 20 novembre.

Des séances sont prévues aux dates ci-après :

Vendredi 12 décembre 1924;
Mercredi 21 janvier 1925;
Mercredi 11 février 1925;
Mercredi 18 mars 1925;
Mercredi 20 mai;
Mercredi 17 juin.

Elles auront lieu, comme précédemment, à 21 heures, dans la grande salle de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes.

Il sera présenté, dans la limite des possibilités, deux communications à chaque séance, l'une, dont l'exposé pourra être plus technique, et l'autre plus facilement accessible à la généralité des auditeurs, destinée à l'explication sous forme simple des derniers perfectionnements et des appareils récents. Ces communications paraîtront comme antérieurement dans *l'Onde Électrique*.

NOUVEAUX SUCCÈS DES ONDES COURTES

Nous donnons d'autre part la lettre de M. Menars où il relate ses remarquables résultats d'écoute à longue distance. MM. Pierre Louis et Léon Deloy, le premier sur une longueur d'onde de 91 mètres, le second, sur 86 mètres, ont réussi à réaliser des communications bilatérales avec des amateurs néo-zélandais. Ces relations radiotélégraphiques établies entre postes d'amateurs de petite puissance constituent des performances extrêmement intéressantes et promettent bien de l'avenir. M. René Burlet (8CS) nous écrit que sur deux lampes (une détectrice à réaction, une basse fréquence), il a également entendu, dans la nuit du 15 octobre, le néo zélandais Z. 4. A G dont il a capté un message passé à un amateur anglais.

PREMIER CONGRÈS DE L'UNION INTERNATIONALE DES AMATEURS DE T. S. F.

Nous reproduisons ci-après la circulaire du Comité d'organisation du premier Congrès de constitution de l'Union internationale des Amateurs de T. S. F. et du Congrès Juridique du Comité international de la T. S. F., qui doit se tenir à Paris du 16 au 20 avril 1925.

Nous engageons très vivement les membres de la Société des Amis de la T. S. F. à envoyer dès maintenant leur adhésion au Congrès.

D'autre part, conformément aux recommandations du Comité, nous grouperons toutes les suggestions relatives à l'établissement de l'ordre du jour définitif du Congrès, ainsi que les mémoires qui pourraient être établis par des Amis de la T. S. F. Nous insistons très vivement pour que ces documents nous parviennent le plus tôt possible; il sera en effet nécessaire de les étudier avant de les faire parvenir aux dates indiquées au Comité du Congrès.

La généralisation des émissions radiotéléphoniques, l'extension des relations radiotélégraphiques entre amateurs de T. S. F. et la rapidité merveilleuse avec laquelle s'accentue le progrès dans cette branche de la science et de la technique, laissent prévoir pour un avenir très proche une situation toute nouvelle dans les rapports entre les peuples par dessus les frontières et créent par là même de graves problèmes internationaux.

Aucun de ceux qui prennent part à ce mouvement extraordinaire n'a manqué de penser à ses conséquences possibles. On sent qu'une coordination méthodique des efforts, une organisation des relations actuelles, aujourd'hui souhaitable, deviendra très prochainement nécessaire.

Au mois de mars dernier, M. Hiram Percy Maxim, président de l'*American Radio Relay League*, passait quelques jours en France. Le

Comité intersociétaire, composé de délégués des plus anciennes associations françaises de T. S. F., fut heureux de profiter de son séjour pour examiner avec lui les conditions dans lesquelles le monde des Amateurs pourrait resserrer les liens qui les unissent et travailler utilement à l'organisation nécessaire.

Le procès-verbal suivant fut rédigé.

« Des amateurs de T. S. F., de Belgique, d'Espagne, des Etats-Unis d'Amérique, de France, de Grande-Bretagne, du Grand-Duché de Luxembourg, d'Italie et de Suisse, réunis ou représentés à Paris, le 12 mars 1924, pour étudier avec M. Hiram P. Maxim, président de l'*American Radio Relay League,* l'opportunité d'une organisation internationale de la T. S. F. d'amateurs, ont été unanimes à reconnaître cette opportunité.

« Sous bénéfice de ratification ultérieure pour ceux d'entre eux qui n'avaient pas, à cet effet, reçu mandat de leurs sociétés nationales, ils ont désigné pour étudier les modalités de réalisation d'une telle organisation :

Pour la Belgique : M. Henrotay;
Pour l'Espagne : M. Balta Elias;
Pour les États-Unis d'Amérique : M. Hiram P. Maxim;
Pour la France : M. le docteur Corret;
Pour la Grande-Bretagne : M. G. Marcuse;
Pour le Grand-Duché de Luxembourg : M. de Groot;
Pour l'Italie : M. Giulio Salom;
Pour la Suisse : M. Cauderay.

« Le Danemark qui n'avait pu envoyer de représentant devait, en outre, être informé par M. le docteur Corret des dispositions qui seraient prises de concert avec M. Maxim (1).

« Les amateurs ainsi désignés, ou leurs représentants, se sont réunis, le 14 mars, à l'exception de M. G. Marcuse, qui n'avait pu prolonger son séjour à Paris.

« Le Comité ainsi constitué a pris le nom de Comité provisoire pour l'organisation d'une Union internationale des Amateurs de T. S. F. et a élu comme président M. Hiram P. Maxim, et comme secrétaire le docteur Corret.

« Il a été d'avis qu'après étude préalable d'un projet établi par l'A. R. R. L., la fondation définitive d'un groupement international d'amateurs de T. S. F. soit soumise aux délibérations d'un Congrès international qui serait convoqué à Paris, aux vacances de Pâques 1925. Le nom d'Union internationale des Amateurs de T. S. F. lui a paru devoir être le meilleur à choisir pour ce groupement.

« Les diverses sociétés nationales d'amateurs de T. S. F. seraient invitées à constituer un fonds de garantie pour subvenir aux dépenses de préparation du Congrès. Les sommes avancées par les sociétés leur seraient remboursées ultérieurement, soit totalement, soit, en cas de déficit, proportionnellement à l'avance qu'elles auraient faite. »

Conformément à ces indications, les associations d'amateurs de T. S. F. de France se sont préoccupées d'établir le premier Congrès qui doit aboutir à la constitution définitive de l'Union internationale des Amateurs

(1) Un délégué de la Tchécoslovaquie a été admis ultérieurement.

de T. S. F. et au cours duquel seront examinées les différentes questions d'intérêt international.

D'autre part, le rôle de plus en plus important que la radiotélégraphie et la radiotéléphonie jouent désormais dans le mouvement économique, politique et artistique des nations, a fait naître de nombreux problèmes juridiques. Des rapports nouveaux ont été créés, du fait de la T. S. F., entre les États et entre les différentes catégories d'intéressés : Pouvoirs publics, exploitants de postes d'émission, auteurs, artistes exécutants, amateurs et usagers. Les règles applicables aux situations juridiques révélées par la pratique peuvent être fixées à l'intérieur de chaque État. Mais les lois nationales qui régissent la T. S. F. doivent nécessairement être complétées par un ensemble de règles internationales.

Une association a été fondée à Paris, en 1923, sous le nom de Comité international de la T. S. F., en vue de l'élaboration du statut international de la T. S. F. Le Comité comprend actuellement des membres appartenant aux Etats suivants : Argentine, Autriche, Belgique, Canada, Colombie, Cuba, Danemark, Égypte, Espagne, États-Unis d'Amérique, France, Grande-Bretagne, Haïti, Hongrie, Italie, Japon, Luxembourg, Monaco, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Dominicaine, Siam, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie. Ce Comité est en liaison avec la Société des Nations et avec les fédérations et associations telles que : l'Union des Associations internationales, la Chambre de Commerce internationale, l'International Law Association, la Société d'Études législatives, la Confédération des Travailleurs intellectuels, la Société des Gens de Lettres, l'Association Littéraire et Artistique internationale, la Chambre syndicale des Artistes musiciens, les Syndicats professionnels des Industries radioélectriques des divers pays, etc.

Le Comité international de la T. S. F. organise pour l'étude de problèmes juridiques, que soulèvent les applications de la radioélectricité, un premier Congrès international qui se réunira également à Paris en 1925.

En raison du grand nombre de points communs que peuvent présenter les questions qui se posent aux juristes, aux techniciens, aux amateurs et aux usagers de la T. S. F., les organisateurs ont pensé qu'il y aurait tout intérêt à réaliser la concomitance du Congrès international des Amateurs de T. S. F. et du Congrès Juridique international de T. S. F. Dans ce dessein, une Commission d'organisation dotée d'un secrétariat unique a été constituée à Paris, pour organiser les deux Congrès suivant une même vue d'ensemble, en coordination des programmes, sous le même patronage et à la même date, les deux Congrès conservant cependant chacun leur individualité.

Les Congrès tiendront leurs assises à Paris, du jeudi de Pâques (16 avril 1925) au lundi de Quasimodo (20 avril 1925).

Tous les juristes et amateurs seront admis à ces Congrès, mais auront seuls droit de vote aux délibérations du Congrès Juridique, les membres du Comité international de la T. S. F., et dans les délibérations du Congrès des Amateurs, les délégués officiels des Sociétés nationales de T. S. F.

La Commission d'organisation se préoccupe de réunir les fonds nécessaires à la préparation des Congrès; elle laisse à chaque Société le soin de participer aux frais dans la mesure où elles le jugeront possible.

Les programmes des Congrès seront établis dans des conditions qui permettront, autant que possible, aux participants de l'un des Congrès d'assister aussi aux séances de l'autre et de prendre également part aux réceptions et manifestations diverses.

Le prix de la carte de congressiste a été fixé au minimum à 25 francs pour le Congrès de l'Union internationale des Amateurs de T. S. F. ou pour celui du Congrès Juridique international de la T. S. F. et à 40 francs pour la participation aux deux Congrès.

Le montant des cotisations, calculé en francs français, devra être adressé, le plus tôt possible, en même temps que les demandes d'inscription, au Secrétariat général des Congrès, 2, rue de l'Échaudé-Saint-Germain, Paris.

ORDRE DU JOUR PROVISOIRE :

du Congrès Juridique international de la T. S. F.

I. — Régime juridique des ondes. Droits de l'émetteur et du récepteur. Contrôle de l'Etat.

II. — Réglementation internationale des émissions.

III. — La propriété intellectuelle et les émissions radiotéléphoniques. Droits d'auteur. Intérêts des artistes exécutants. Propriété des informations de presse. Publicité.

du Congrès de l'Union internationale des Amateurs de T. S. F.

I. — Organisation d'une Union internationale des Amateurs de T. S. F.

II. — Organisation méthodique des essais techniques d'amateurs.

III. — Longueurs d'onde de la radiotéléphonie et des émissions d'amateurs.

IV. — Utilisation éducative de la radiotéléphonie.

V. — Langue internationale auxiliaire.

Nous vous prions de vouloir bien communiquer ces ordres du jour aux membres de votre Société, ou de vos groupements affiliés. Nous vous serions, d'autre part, reconnaissant de les étudier dès maintenant et de nous adresser, avant le 31 décembre prochain, toutes observations ou suggestions relatives aux compléments à y apporter et aux précisions à y introduire. Pour faciliter le travail et éviter les difficultés qui proviendraient d'une diversité trop grande dans les avis exprimés, la Commission vous prie de rassembler les opinions de vos membres et de nous adresser votre rapport. Il ne faut pas perdre de vue en effet, que pour réaliser un travail utile, il faut que le nombre des questions à traiter soit limité.

En ce qui concerne l'étude des questions elles-mêmes portées à l'ordre du jour, des mémoires seront établis par les soins des congressistes s'intéressant aux différents sujets. Nous vous prions de les centraliser et de nous les faire parvenir, avec votre appréciation d'ensemble, le plus tôt possible, et au plus tard le 1er février 1925, afin que les Commissions spéciales aient le temps de les étudier et de préparer les séances des Congrès.

Veuillez adresser toutes vos communications à l'adresse suivante :

Monsieur le Secrétaire général du Congrès de T. S. F.
2, rue de l'Échaudé-Saint-Germain
PARIS (6e)

Vous voudrez bien inscrire sur vos enveloppes à l'angle supérieur

gauche : *Congrès des Amateurs* ou *Congrès Juridique,* selon que votre correspondance aura trait à l'un ou l'autre de ces Congrès.

Nous vous prions d'agréer l'expression de notre considération la plus distinguée.

Le Président
du Radio-Club de France,
ÉDOUARD BELIN.

Le Président
de la Société des Amis de la T. S. F.,
R. DE VALBREUZE.

Le Président
de la Société française d'Études de T. S. F.,
Dr FRANCHETTE.

Le Président
du Comité Juridique international de la T. S. F.
AMBROISE COLIN,
Conseiller à la Cour de Cassation.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Création d'un cours d'enseignement élémentaire et d'un cours d'enseignement supérieur de radiotélégraphie à la Faculté des Sciences de Lille. — Il est institué près de la Faculté des Sciences de l'Université de Lille :

a) *Un certificat d'aptitude à la radiotélégraphie.* — Ce certificat est destiné :

1° A faciliter aux jeunes gens appelés sous les drapeaux l'incorporation dans les services de la radiotélégraphie militaire ;

2° A préparer à l'emploi de *radiotélégraphiste de bord.*

Aucun titre n'est exigé pour suivre ces cours. L'enseignement est semestriel. L'examen a lieu en avril. Les frais d'études s'élèvent à 250 fr. Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser au Secrétariat de la Faculté des Sciences, 13, place Philippe-le-Bon ;

b) *Un certificat d'études supérieures de radiotélegraphie.* — Ce certificat rentre dans la liste des certificats de licence. Les conditions de scolarité sont celles des certificats d'études supérieures.

N. B. — Les cours oraux sont publics et gratuits et commenceront le 10 novembre.

Électricité élémentaire: Lundi 14 h 30, mardi 15 h 45 ; Radiotélégraphie : Jeudi et samedi 17 h 15 ; Travaux pratiques : Vendredi 9 heures.

Ces cours sont professés par M. Paillot, professeur à la Faculté de Lille.

Réception aux antipodes. — Nous avons reçu la lettre suivante :

« J'ai l'honneur de vous informer que, le 10 octobre, j'ai reçu à 18.15 deux stations d'amateurs de Nouvelle-Zelande et une d'Australie.

Le 12 octobre, m'étant également mis à l'écoute, j'ai eu le plaisir d'entendre 4 stations néo-zélandaises et 2 australiennes.

Les indicatifs de ces postes, pris avec certitude, ainsi que l'intervalle Z pour la N-Z et A pour l'Australie sont : Z 4AA, Z 2AC, Z 4AG, Z 1AC, à 3 B M, à 3 B D, à 3 B Q, à 3 B N.

La réception était effectuée sur appareil à 4 lampes Reinartz, montage nouveau, très sensible.

Les signaux étaient en général tres faibles, mais il semble maintenant

assez facile de recevoir ces amateurs distants d'environ 19.600 à 19.700 kilomètres.

Z 4AA fait des essais de communication avec le poste japonais J F W A, à Tokio.

Je reçois régulièrement l'argentin D A 8, C B 8, et les stations hawaïennes 6 Z Y et 6 C E U.

Je pense que les portées réalisées par toutes ces stations sont les plus grandes enregistrées entre postes d'amateurs.

Dans l'espoir que ces renseignements intéresseront les lecteurs de *l'Onde Électrique*, recevez, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée. — J.-L. Ménars. »

Emissions d'ondes courtes à Tunis. — Le poste militaire de Tunis procède actuellement à des essais de transmissions radiotélégraphiques et radiotéléphoniques sur ondes courtes.

Il serait intéressant que ces émissions soient écoutées à des distances variées. Les personnes qui écouteront ces émissions sont priées de tenir au courant des résultats obtenus M. le lieutenant Caillat, chef du service radiotélégraphique à Tunis.

Voici le programme des émissions :

Ondes entretenues pures.
Longueur d'onde : 92 mètres.
Indicatif : O. C. T. U.

	Heures TMG	Heures TMG	
Mardi . .	15 h 30	20 h 30	Télégraphie.
—	»	20 h 45	Téléphonie.
Jeudi . .	15 h 30	20 h 30	Télégraphie.
—	»	20 h 45	Téléphonie.
Vendredi.	»	20 h 30	Télégraphie.
—	»	20 h 45	Téléphonie.

Chaque émission télégraphique durera environ un quart d'heure : signaux Morse en langage clair. Code international P. R. B.

L'émission téléphonique suivra immédiatement et comprendra parole et musique (dix minutes environ).

Construction d'une boîte d'accord universelle. — La boîte d'accord que nous nous proposons de décrire permet la réception de toutes les longueurs d'onde, comprises entre 80 et 25 000 mètres, avec un excellent rendement et le minimum de pertes.

Le schéma de montage est donné par la figure 1.

La réception peut se faire en Tesla ou en direct par la manœuvre de l'inverseur K — position à droite : réception en Tesla ; à gauche en direct.

L'inverseur I (formé de deux inverseurs unipolaires) permet de placer les condensateurs *C'* soit en série (position de gauche) soit en parallèle (à droite) sur la self primaire. En outre, en reliant 2 de I à droite — donc à la terre — et en laissant 1 de I dans une position l'isolant des circuits condensateurs, l'on reçoit avec primaire apériodique.

La self primaire *Pr* est mobile par rapport à la self secondaire *Se* pour permettre un couplage plus ou moins serré. En *Ré* se trouve la bobine de réaction également mobile par rapport à *Se*. Pour permettre un couplage variable de ces selfs entre elles, la disposition de la figure 2 a été employée :

Au centre se trouve le secondaire *Se* fixe, à droite le primaire *Pr*, et à gauche la réaction *Ré*, ces deux selfs étant mobiles par rapport à *Se* autour des axes A, dans le sens des flèches.

Les selfs sont fixées sur les supports par deux bornes ; la disposition de ces derniers ressemble à celle employée par les établissements G. M. R. pour leur boîte d'accord.

A l'extrémité de la self secondaire, reliée à la grille de la haute fréquence, se trouvent deux bornes permettant de relier un cadre à ce circuit ; dans le cas de la réception sur antenne, ces bornes sont court-circuitées par une barrette de cuivre.

Les bornes de la boîte sont reliées à : A, Antenne ; T, Terre ; P et + dans le circuit plaque de la détectrice, F au — 4 volts et G à la grille de la détectrice ou de la première haute fréquence s'il y en a.

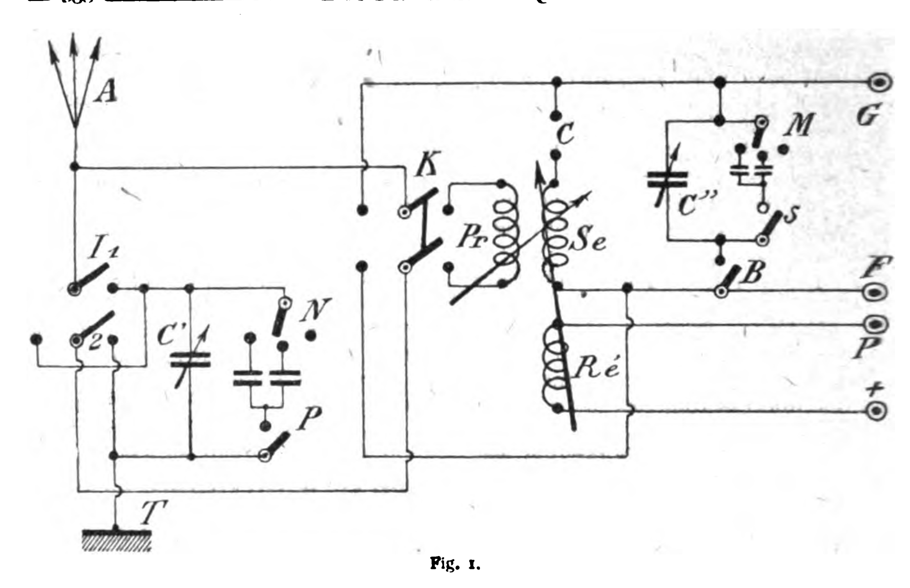


Fig. 1.

Les condensateurs du primaire se composent : d'un condensateur variable à air de 0,001 microfarad et de deux condensateurs fixes de 0,001 et 0,002 microfarad, ce qui permet une capacité totale de 0,004 microfarad. La manette N sert à mettre l'un ou l'autre des condensateurs fixes en circuit et P permet d'isoler complètement ces derniers du circuit d'accord.

Aux bornes du secondaire sont à rendre le circuit secondaire apériodique pour la recherche des émissions.

Les selfs utilisées sont interchangeables et sont de deux sortes :

1° Une série en nids d'abeilles couvrant la gamme de 200 à 25 000 mètres environ avec 0,002 microfarad et ayant :

25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 525, 1 000 et 1 250 spires.

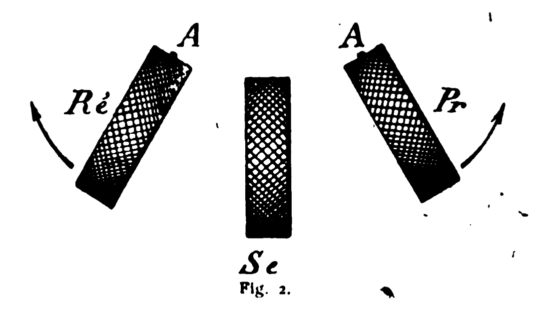


Fig. 2.

montés également deux condensateurs fixes de 0,001 et 0,002 microfarad, les manettes M et S ayant le même rôle que précédemment, et un condensateur variable à air de 0,001 microfarad avec vernier d'environ 0,0001 microfarad. La manette B sert

Les caractéristiques de ces selfs sont :

Diamètre intérieur : 50 mm.

Hauteur : 25 mm.

(Sauf pour celles de 1 000 et 1 250 tours qui ont un diamètre intérieur plus petit.)

2° Des bobinages en fonds de paniers permettant la réception sur les λ comprises entre 80 et 500 mètres avec 0,001 microfarad.

Le diamètre intérieur de ces selfs est de 40 mm, et elles comportent 9 pales. La série se compose de selfs ayant de 8 à 40 spires.

A titre d'indication nous donnons ci-dessous (fig. 3) la disposition des différents appareils sur le panneau de face. Ce dernier est en ébonite de 8 mm d'épaisseur.

Cette boite d'accord montée avec une détectrice à réaction permet à Cannes la réception de toute la télégraphie européenne et des postes de broadcasting français, belges, anglais, allemands et suisses, ainsi que celle de nombreux amateurs français et anglais. — A. DE MARSAC.

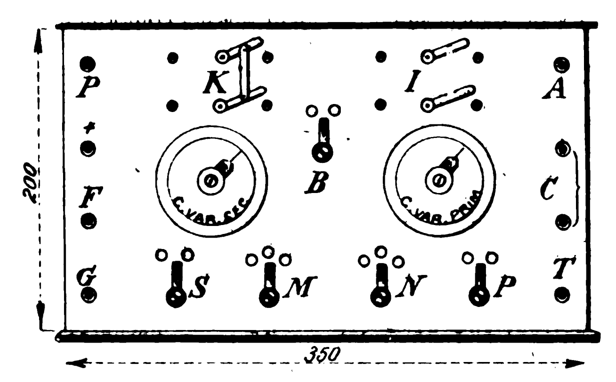


Fig. 3.

Contribution aux frais d'exploitation des émissions Radio-Paris. — Nous avons reçu de la Compagnie Française de Radiophonie l'appel suivant que nous transmettons aux « Amis de la T. S. F. » qui écoutent les émissions Radio-Paris, comme nous leur avons transmis en février dernier celui de l'Association des auditeurs de T. S. F. Il est plus que juste, il est moral que ceux d'entre nous qui profitent des avantages que leur créent les émissions radiotéléphoniques prennent une part aux dépenses qu'elles occasionnent :

« En Angleterre, la Compagnie de Broadcasting est rémunérée indirectement par les auditeurs au moyen de redevances, payées par eux, au General Post-Office.

« En France, l'Administration des P. T. T. ne demande, pour elle seule, à l'auditeur, qu'un franc, pour droit de statistique, en sorte que la Compagnie Française de Radiophonie, qui ne construit ni ne vend aucun appareil, doit assumer des frais considérables pour maintenir les cinq heures d'émission quotidiennes qu'écoutent des dizaines de milliers d'auditeurs français et étrangers.

« Si vous estimez devoir participer à nos dépenses, comme aussi, collaborer aux améliorations que nous avons en vue, nous vous en serons très obligés.

« Adresser le montant de sa contribution par chèque ou mandat sur Paris à la Compagnie Française de Radiophonie, 79, boulevard Haussmann, Paris (8e), en indiquant son nom et son adresse. (Prière de ne pas envoyer de timbres-poste). »

L'Esperanto dans la T. S. F. — La revue hongroise *Magyar Radio Uysag* publie, dans chacun de ses numéros, un article en Esperanto.

La revue autrichienne *Radio Rundschau*, à Vienne, vient de publier un vocabulaire technique en six langues, y compris l'Esperanto, et a consacré à cette langue auxiliaire un numéro spécial.

Les Espérantistes sans-filistes sont groupés dans une Association internationale : Internacia Radio-Asocio, qui a des membres dans 26 pays. Son président est le Dr Corret, président du Comité français des essais transatlantiques, 97, rue Royale, à Versailles.

Des émissions récentes en Esperanto ont été transmises par la station Victoria CHCE au Canada, par la SPE de Rio de Janeiro et les postes 5 NO de Newcastle et 2 ZV de Manchester.

Examen d'aptitude à l'emploi de radiotélégraphiste de bord. — La prochaine session d'examen est fixée à Saint-Nazaire, les 2 et 3 décembre. Les candidats se réuniront à la Chambre de Commerce.

Ils devront être munis de papier, porte-plume, plumes et encre.

L'examen commencera à 9 heures.

Les dossiers *complets* et *réguliers* des candidats devront être adressés, avant le 25 novembre, au Service de la Télégraphie sans fil, 5, rue Froidevaux, Paris (XIVe). *Passé ce délai, les déclarations de candidature ne seront plus acceptées.*

Les candidats qui se sont présentés aux examens antérieurs et dont les dossiers sont en instance au Service de la Télégraphie sans fil transmettront simplement leurs demandes dûment établies sur papier timbré à 2 francs en rappelant que les autres pièces ont été adressées antérieurement et en complétant le cas échéant leur dossier conformément à l'article 8 du 16 novembre 1923.

Tous les candidats indiqueront, de plus, la classe du certificat auquel ils prétendent (1re, 2e A, 2e B).

Coefficients d'appréciation des modulations téléphoniques. — M. Robert Helleu, 8 Fé, soumet à MM. les « 8 » les coefficients de modulation suivants :

M 1 parole incompréhensible;
M 2 — hachurée;
M 3 éclats de voix;
M 4 parole nette;
M 5 parole très nette.

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Avis aux Sociétaires

RENOUVELLEMENT DES COTISATIONS POUR 1925

Dans le but de faciliter les opérations de recouvrement des cotisations, les membres de la Société sont priés de vouloir bien adresser dès maintenant leurs cotisations pour 1925 (autant que possible par chèque postal pour la France), à

Monsieur le Trésorier des Amis de la T. S. F.

3, rue d'Antin, PARIS (2e)

Compte de chèques postaux n° 697.38.

Prière d'indiquer en même temps son numéro d'inscription qui se trouve sur la carte de sociétaire et sur l'adresse d'envoi de l'ONDE ÉLECTRIQUE.

Nous rappelons que les cotisations sont de :

25 francs pour les particuliers membres titulaires;
100 francs pour les collectivités membres titulaires;
15 francs pour les membres associés.

Les membres titulaires reçoivent l'ONDE ÉLECTRIQUE. *La cotisation de ceux d'entre eux qui, âgés de moins de 21 ans, sont en cours d'études ou de préparation professionnelle, est réduite à* **15** *francs.*

Les membres associés recevront une revue d'amateurs : LA T. S. F. POUR TOUS.

Les membres résidant à l'étranger doivent verser un supplément de **5** *francs dans toutes les catégories de membres, pour frais postaux.*

SUR L'ABSORPTION DES ONDES COURTES

Par J. GRANIER,
Ingénieur E. S. E.

Pendant longtemps, les ondes courtes ont été considérées comme impropres aux communications à grande distance; on leur reprochait notamment d'être trop facilement absorbables. On a reconnu depuis que cette affirmation était mal fondée, que des ondes d'une centaine de mètres pouvaient être produites sans difficulté et atteindre, la nuit en particulier, des portées considérables. La propagation de ces ondes fait actuellement l'objet d'expériences systématiques et le poste de la Tour Eiffel en fait déjà depuis longtemps des émissions régulières.

On a beaucoup moins de renseignements sur les ondes de quelques mètres; les rares essais effectués se sont heurtés à des difficultés considérables. A défaut de renseignements précis sur la propagation de ces ondes, on peut du moins entreprendre au laboratoire l'étude de leur absorption. Une étude générale de ces phénomènes pour des ondes relativement longues a été déjà publiée dans *l'Onde Électrique* (1); je me suis proposé de faire quelques expériences complémentaires relatives à des ondes très courtes.

1° **Montage**. — Le montage employé pour ces mesures est simple : Au moyen d'un oscillateur à lampes lâchement couplé, on excite

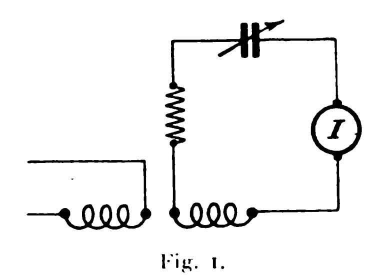


Fig. 1.

un circuit oscillant (fig. 1) comprenant un indicateur de courant I. L'inductance L est fixe tandis que la capacité variable C permet d'amener le circuit à la résonance.

(1) R. Mesny. Étude sur les résistances à haute fréquence. *Onde Électrique*, mars et avril 1922.

Pour étudier une résistance, on l'intercale en série dans le circuit oscillant; on la remplace ensuite par des résistances connues jusqu'à ce que l'on obtienne à la résonance la même valeur du courant.

Pour étudier un diélectrique, on en constitue le condensateur C. On remplace ensuite celui-ci par un bon condensateur à air en série avec une résistance convenable R de manière qu'à la résonance l'intensité reprenne la même valeur. Cette résistance R prend quelquefois le nom de « résistance équivalente » du condensateur C, mais l'expérience montre que pour un même diélectrique elle varie à peu près en raison inverse de la fréquence et de la capacité. Aussi semble-t-il plus commode de caractériser les qualités d'un condensateur par une quantité plus constante, par exemple par l'angle de perte α (déphasage de la quantité d'électricité sur la tension aux bornes). A une fréquence $f = \frac{\omega}{2\pi}$, cette quantité est donnée par la relation

$$\operatorname{tg} \alpha = C R \omega.$$

Il est bien évident que, dans toutes ces mesures, les divers condensateurs interchangeables doivent être aussi semblables que possible, pour que leur permutation ne fasse pas varier d'une manière appréciable l'inductance du circuit. Pour la même raison, les résistances étalons doivent être de faibles dimensions et insensibles à l'effet de peau; je les ai constituées par du fil de maillechort de $\frac{4}{100}$ de mm de diamètre.

Le couplage des deux circuits doit être très lâche; aussi convient-il d'employer un indicateur de courant suffisamment sensible.

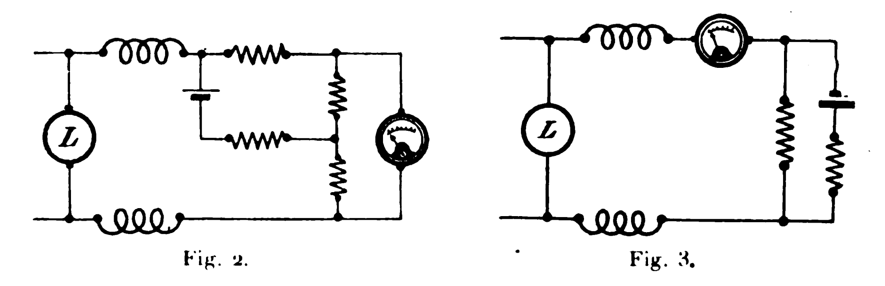


Fig. 2. Fig. 3.

Les ampèremètres ordinaires sont à rejeter à cause de leur peu de sensibilité et de leur grande résistance. Les thermocouples conviennent parfaitement mais sont chers et fragiles. Je me suis servi le plus souvent de petites lampes à incandescence de 1 bougie inter-

calées dans un pont de Wheatstone et fonctionnant en bolomètre (fig. 2). A ce propos, je signale aux amateurs radiotélégraphistes qu'on peut réaliser aisément avec ces lampes la transformation de milliampèremètres à courant continu en appareils à courant alternatif; il suffit pour cela (fig. 3) de mesurer le courant absorbé sous une tension continue convenable; un courant alternatif supplémentaire traversant la lampe l'échauffe, fait varier sa résistance et par suite la déviation de l'appareil.

Ce dispositif m'a permis d'effectuer quelques expériences sur les métaux, les électrolytes et les diélectriques.

2° **Métaux.** — Pour des fréquences élevées la répartition du courant n'est pas uniforme à l'intérieur des conducteurs. Dans un fil rectiligne, le courant se porte à la surface (effet de peau); dans un solénoïde, il se concentre en outre sur la face interne (effet de bobinage). La résistance pour les ondes courtes est ainsi beaucoup plus considérable qu'en courant continu; cependant cette augmentation ne semble pas présenter de trop graves inconvénients, comme il est facile de le voir en calculant l'effet de peau.

Le rapport de la résistance en courant alternatif R' à la résistance en courant continu R est, pourvu qu'il soit supérieur à 5, donné avec une approximation suffisante pour un fil non magnétique par la formule :

$$\frac{R'}{R} = 0{,}00056\sqrt{\frac{f}{a}}$$

en désignant par f la fréquence, par a la résistance linéaire en ohms par mètre mesurée en courant continu.

Avec du fil de cuivre de 1 mm de diamètre, pour une longueur d'onde de 3 mètres ($f = 10^8$) on a : $a = 0{,}02$, d'où : $\frac{R'}{R} = 40$; la résistance linéaire a' en courant alternatif atteint donc 0,8 ohm par mètre. Pour du fil de 2 mm de diamètre, $\frac{R'}{R} = 80$ et $a' = 0{,}4$ ohm par mètre.

Or, les dimensions d'un circuit oscillant fermé sont nettement plus petites que la longueur d'onde; d'autre part, pour de telles fréquences, les bobines ne comportent qu'une seule spire, de sorte que l'effet de bobinage est négligeable. La résistance des fils du circuit ne dépasse donc pas généralement 1 ohm, tandis que nous verrons, dans la suite, la présence de diélectriques introduire un amortissement bien plus important.

Ainsi, il n'y a pas lieu *normalement* de se préoccuper de l'effet de peau pour un fil de cuivre nu; toutefois il faut également considérer le cas où le fil est constitué par un autre métal, du fer par exemple, ou encore le cas où le fil de cuivre est recouvert d'une substance conductrice; les conclusions peuvent alors être bien différentes.

a) *Fil de fer.* — Par suite de la perméabilité du fer, l'effet de peau est notablement accru; aux pertes par effet Joule se superposent d'ailleurs des pertes par hystérésis. Aussi, la résistance du fer est-elle exceptionnellement élevée; expérimentalement avec des ondes de 2 m 80 j'ai trouvé $a' = 20$ ohms par mètre pour du fil de fer nu de 1 mm de diamètre; l'emploi d'un tel fil ne peut évidemment présenter que des inconvénients.

b) *Fil de cuivre étamé.* — Bien que cela paraisse à première vue un peu paradoxal, l'étamage d'un fil de cuivre augmente sa résistance en haute fréquence; le courant, délaissant le conducteur central en cuivre, se concentre dans la couche superficielle en étain. La résistivité de l'étain étant environ huit fois plus grande que celle du cuivre, la résistance en courant alternatif du fil étamé devient $\sqrt{8} = 2,8$ fois plus grande que celle du fil nu. J'ai constaté d'ailleurs que le fil de fer galvanisé devient pour ces fréquences plus conducteur que le cuivre étamé; cela n'a rien d'étonnant puisque le cuivre et le fer ne servent plus au passage du courant et que le zinc est 2,4 fois plus conducteur que l'étain.

c) *Fil plongé dans un liquide conducteur.* — Le phénomène précédent est particulièrement frappant lorsque le fil de cuivre est plongé dans un électrolyte; une portion importante du courant passe dans l'électrolyte et la résistance de l'ensemble cuivre-électrolyte devient considérable. Voici par exemple les résultats de quelques essais effectués avec des ondes de 3 m 60 sur des fils de cuivre placés dans des tubes de verre remplis d'eau acidulée :

Concentration en acide sulfurique.	Résistance d'un fil de 3 cm de long et de 0,1 mm de diamètre placé dans un tube de 1 cm de diam.	Résistance d'un fil de 6 cm de long et de 1 mm de diamètre placé dans un tube de 5 mm de diam.	Résistance d'un fil de 6 cm de long et de 1 mm de diamètre placé dans un tube de 1 cm de diamètre.
0,5 %	2,2 ohms	0,5 ohms	0,8 ohms
2 %	3,8 —	0,8 —	1,7 —
5 %	5,2 —	1,2 —	2,8 —
10 %	5,7 —	1,5 —	3,8 —
20 %	4,8 —	1,8 —	4,5 —

calées dans un pont de Wheatstone et fonctionnant en bolomètre (fig. 2). A ce propos, je signale aux amateurs radiotélégraphistes qu'on peut réaliser aisément avec ces lampes la transformation de milliampèremètres à courant continu en appareils à courant alternatif; il suffit pour cela (fig. 3) de mesurer le courant absorbé sous une tension continue convenable; un courant alternatif supplémentaire traversant la lampe l'échauffe, fait varier sa résistance et par suite la déviation de l'appareil.

Ce dispositif m'a permis d'effectuer quelques expériences sur les métaux, les électrolytes et les diélectriques.

2° **Métaux.** — Pour des fréquences élevées la répartition du courant n'est pas uniforme à l'intérieur des conducteurs. Dans un fil rectiligne, le courant se porte à la surface (effet de peau); dans un solénoïde, il se concentre en outre sur la face interne (effet de bobinage). La résistance pour les ondes courtes est ainsi beaucoup plus considérable qu'en courant continu; cependant cette augmentation ne semble pas présenter de trop graves inconvénients, comme il est facile de le voir en calculant l'effet de peau.

Le rapport de la résistance en courant alternatif R′ à la résistance en courant continu R est, pourvu qu'il soit supérieur à 5, donné avec une approximation suffisante pour un fil non magnétique par la formule :

$$\frac{R'}{R} = 0{,}00056\sqrt{\frac{f}{a}}$$

en désignant par f la fréquence, par a la résistance linéaire en ohms par mètre mesurée en courant continu.

Avec du fil de cuivre de 1 mm de diamètre, pour une longueur d'onde de 3 mètres ($f = 10^8$) on a : $a = 0{,}02$, d'où : $\frac{R'}{R} = 40$; la résistance linéaire a' en courant alternatif atteint donc 0,8 ohm par mètre. Pour du fil de 2 mm de diamètre, $\frac{R'}{R} = 80$ et $a' = 0{,}4$ ohm par mètre.

Or, les dimensions d'un circuit oscillant fermé sont nettement plus petites que la longueur d'onde; d'autre part, pour de telles fréquences, les bobines ne comportent qu'une seule spire, de sorte que l'effet de bobinage est négligeable. La résistance des fils du circuit ne dépasse donc pas généralement 1 ohm, tandis que nous verrons, dans la suite, la présence de diélectriques introduire un amortissement bien plus important.

Ainsi, il n'y a pas lieu *normalement* de se préoccuper de l'effet de peau pour un fil de cuivre nu; toutefois il faut également considérer le cas où le fil est constitué par un autre métal, du fer par exemple, ou encore le cas où le fil de cuivre est recouvert d'une substance conductrice; les conclusions peuvent alors être bien différentes.

a) *Fil de fer.* — Par suite de la perméabilité du fer, l'effet de peau est notablement accru; aux pertes par effet Joule se superposent d'ailleurs des pertes par hystérésis. Aussi, la résistance du fer est-elle exceptionnellement élevée; expérimentalement avec des ondes de 2 m 80 j'ai trouvé $a' = 20$ ohms par mètre pour du fil de fer nu de 1 mm de diamètre; l'emploi d'un tel fil ne peut évidemment présenter que des inconvénients.

b) *Fil de cuivre étamé.* — Bien que cela paraisse à première vue un peu paradoxal, l'étamage d'un fil de cuivre augmente sa résistance en haute fréquence; le courant, délaissant le conducteur central en cuivre, se concentre dans la couche superficielle en étain. La résistivité de l'étain étant environ huit fois plus grande que celle du cuivre, la résistance en courant alternatif du fil étamé devient $\sqrt{8} = 2,8$ fois plus grande que celle du fil nu. J'ai constaté d'ailleurs que le fil de fer galvanisé devient pour ces fréquences plus conducteur que le cuivre étamé; cela n'a rien d'étonnant puisque le cuivre et le fer ne servent plus au passage du courant et que le zinc est 2,4 fois plus conducteur que l'étain.

c) *Fil plongé dans un liquide conducteur.* — Le phénomène précédent est particulièrement frappant lorsque le fil de cuivre est plongé dans un électrolyte; une portion importante du courant passe dans l'électrolyte et la résistance de l'ensemble cuivre-électrolyte devient considérable. Voici par exemple les résultats de quelques essais effectués avec des ondes de 3 m 60 sur des fils de cuivre placés dans des tubes de verre remplis d'eau acidulée :

Concentration en acide sulfurique.	Résistance d'un fil de 3 cm de long et de 0,1 mm de diamètre placé dans un tube de 1 cm de diam.	Résistance d'un fil de 6 cm de long et de 1 mm de diamètre placé dans un tube de 5 mm de diam.	Résistance d'un fil de 6 cm de long et de 1 mm de diamètre placé dans un tube de 1 cm de diamètre.
0,5 %	2,2 ohms	0,5 ohms	0.8 ohms
2 %	3,8 —	0,8 —	1,7 —
5 %	5,2 —	1,2 —	2,8 —
10 %	5,7 —	1,5 —	3,8 —
20 %	4.8 —	1,8 —	4,5 —

De ces résultats on peut déduire que :

Pour un électrolyte très peu conducteur, la plus grande partie du courant passe dans le fil, et la résistance est relativement faible.

Lorsque la conductibilité de l'électrolyte commence à devenir notable, le courant passe de moins en moins dans le fil et la résistance de l'ensemble augmente.

Enfin, lorsque la conductibilité de l'électrolyte est très grande, le fil n'est parcouru que par un courant insignifiant et tout celui-ci passe dans l'électrolyte. La résistance de l'ensemble, après être passée par un maximum (nettement visible pour le premier tube) pour une concentration qui dépend des dimensions du fil et du diamètre du tube, diminue progressivement. On constate d'ailleurs que si dans ces conditions on sectionne le fil, la résistance n'augmente que d'une manière insignifiante.

L'augmentation de résistance due à la présence de l'électrolyte est énorme. Pour le dernier tube, à la concentration de 20 % la résistance apparente est environ cent fois plus grande que sans électrolyte et quatre mille fois plus grande qu'en courant continu.

3° *Solutions salines.* — Une cuve contenant un liquide conducteur dans lequel plongent deux électrodes peut être considérée comme un rhéostat de résistance r en dérivation sur un condensateur de capacité C. Sous une tension alternative U de fréquence $f = \frac{\omega}{2\pi}$, on obtient un courant de conduction $\frac{U}{r}$ et un courant de capacité $UC\omega$. L'angle de perte défini comme précédemment est donné cette fois par la formule :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{Cr\omega}.$$

Cet angle de perte est indépendant des dimensions de la cuve; en désignant par S la surface des électrodes, par d leur distance, par K le pouvoir inducteur du liquide et par ρ sa résistivité, on a en effet en unités pratiques :

$$C = \frac{1}{9 \cdot 10^{11}} \cdot \frac{KS}{4\pi d} \quad r = \rho \frac{d}{S} \quad \text{d'où} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{18 \cdot 10^{11}}{K\rho f}.$$

L'angle de perte ne dépend donc que de la fréquence, du pouvoir inducteur et de la résistivité. Appliquons cette formule à l'eau ; pour des ondes de 3 mètres, nous obtenons :

Eau distillée ordinaire :

$$K = 80 \quad \rho = 100000 \text{ ohms/cm} \quad \operatorname{tg} \alpha = 0{,}22 \,\%.$$

Eau de rivière :

$$K = 80 \quad \rho = 2000 \text{ ohms/cm} \quad \text{tg}\,\alpha = 11\ \%_0.$$

Eau de mer :

$$K = 80 \quad \rho = 25 \text{ ohms/cm} \quad \text{tg}\,\alpha = 900\ \%_0.$$

Ainsi, quoique l'eau distillée ordinaire soit nettement conductrice en courant continu, elle se comporte en très haute fréquence comme un excellent diélectrique, bien meilleur que l'ébonite, et pourtant, il suffit de 110 volts continus pour faire passer 10 milliampères dans deux électrodes de 1 cm^2 de surface et distantes de 1 mm plongées dans de l'eau distillée, tandis que, avec l'ébonite ($\rho = 5.10^{16}$) sous la même tension, un galvanomètre sensible ne décèlerait pas le moindre courant.

Avec l'eau de source, on peut encore obtenir des résonances assez nettes; mais pour l'eau de mer, il est impossible de mettre en évidence la moindre résonance, le courant de capacité étant beaucoup trop faible vis-à-vis du courant de conduction.

Et pourtant, à un autre point de vue, on doit constater que la conductance de l'eau de mer devient insuffisante aux très hautes fréquences. On sait que lorsqu'une onde tombe sur une plaque métallique, il se produit à la surface de celle-ci des déplacements convenables de charges électriques qui annulent en chaque point les effets de l'onde incidente; la conductibilité du métal étant énorme, ce léger courant ne produit pas d'effet Joule sensible et l'onde se réfléchit totalement sans perte d'énergie. Pour une nappe d'eau salée, il en est de même lorsque les ondes incidentes sont longues, mais si la fréquence devient trop élevée, les courants de conduction deviennent assez importants pour dissiper en chaleur une fraction notable de l'énergie. On démontre en effet que le pouvoir réflecteur est donné en unités pratiques par la relation :

$$p = 1 - 2{,}1 . 10^{-6}\sqrt{\rho f}.$$

Pour l'eau de mer ($\rho = 25$ ohms/cm)

$p = 0{,}895$ à la fréquence 10^8

$p = 0{,}9895$ à la fréquence 10^6.

Ainsi, le pouvoir réflecteur est bien plus faible pour des ondes de 3 mètres que pour des ondes de 300 mètres. Il s'ensuit que dans la propagation des ondes à la surface des mers, l'absorption doit être notable et il ne serait pas étonnant qu'on éprouvât pour traverser

l'Atlantique plus de difficultés avec des ondes de 3 mètres qu'avec des ondes plus longues [1].

4° *Diélectriques.* — En courant alternatif la plupart des isolants solides sont le siège de pertes supplémentaires. Cette absorption d'énergie par « hystérésis diélectrique » n'apparaît que dans les corps hétérogènes et varie généralement dans le même sens que la conductibilité en courant continu; aussi semble-t-il logique de l'attribuer à des conductibilités internes. Quelle que soit d'ailleurs leur nature on constate expérimentalement que ces pertes sont en première approximation proportionnelles à la fréquence, c'est-à-dire qu'elles correspondent à un angle de perte constant; en réalité, elles croissent un peu moins vite que la fréquence surtout pour les mauvais diélectriques [2], mais cela ne présente pas grand intérêt ici.

J'ai mesuré avec des ondes de 2 m 80 les angles de perte de diverses substances susceptibles d'être utilisées dans la construction des condensateurs ou d'influencer la propagation des ondes. Les résultats suivants sont des moyennes qui n'ont évidemment rien d'absolu et sont simplement données pour fixer l'ordre de grandeur.

Diélectrique	tg α	Diélectrique	tg α
Paraffine	0,1 %	Bois sec	1,2 %
Mica	0,1 %	Drap	1,3 %
Brique sèche	0,3 %	Cuir	1,5 %
Terre sèche	0,35 %	Papier	1,5 %
Verre	0,5 %	Toile huilée	2,1 %
Papier paraffiné	0,6 %	Celluloïd	2,2 %
Amiante sèche	0,7 %	Presspahn	2,3 %
Papier sec	0,8 %	Bois	2,6 %
Brique	0,85 %	Amiante	4 %
Ebonite	0,85 %	Bois mouillé	7 %
Bois paraffiné	0,9 %	Feuille d'arbre	9,5 %
Micanite	1 %	Terre humide	14 %
Caoutchouc	1,15 %		

On peut faire au sujet de ces résultats quelques remarques :

Les seuls isolants à recommander sont la paraffine et le mica.

---

[1] Au contraire, pour les continents, on devrait plutôt, comme pour tous les solides, envisager l'angle de perte comme relativement indépendant de la fréquence.

[2] Granier. Les pertes d'énergie dans les diélectriques. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, août 1923.

Ceux qui sont susceptibles d'absorber de l'humidité (papier, amiante) sont complètement à rejeter dans la construction des condensateurs; il en est de même de certains isolants industriels (toile huilée, celluloïd, presspahn) excellents cependant en courant continu. Un condensateur à celluloïd de 0.004 mμF capable de constituer un circuit oscillant sur 3 mètres avec un cadre de 15 cm de côté en fil de 1 mm de diamètre, est équivalent à un condensateur à air en série avec une résistance de 9 ohms.

La propagation des ondes à grande distance est fortement influencée par la nature du sol (terre sèche, terre humide, forêts).

Enfin, la comparaison de ces chiffres à ceux que l'on obtient pour des ondes longues montre que l'angle de perte ne diminue que lentement lorsque la fréquence augmente (1).

5° *Conclusion.* — D'une manière générale, lorsqu'on désire obtenir une fréquence n fois plus grande, on est conduit à employer des inductances et des capacités n fois plus faibles. Or dans la plupart des bobines l'inductance est proportionnelle au carré du nombre de spires, de sorte que la longueur du fil varie comme $\frac{1}{\sqrt{n}}$; comme la résistance en courant alternatif varie comme $\sqrt{n}$, il s'ensuit que la

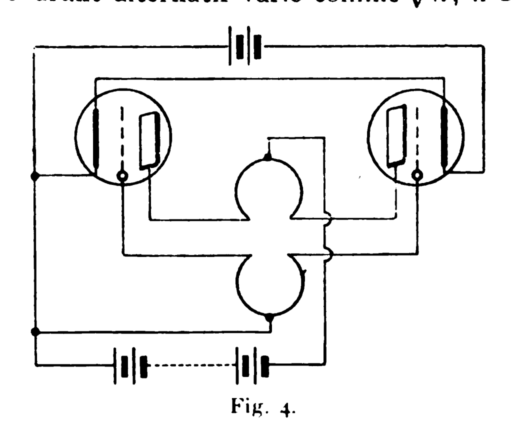


Fig. 4.

perte par effet Joule est, pour une même intensité, indépendante de la fréquence.

(1) A côté de cette hystérésis diélectrique due aux impuretés, certains corps, la glycérine notamment, sont déjà pour ces ondes le siège d'une absorption particulièrement intense localisée à l'intérieur de la molécule; des expériences que je poursuis actuellement sur la glace m'ont montré que ce corps présente une bande d'absorption analogue pour des ondes relativement longues, ce qui expliquerait certaines anomalies de la propagation au-dessus des pays glacés.

D'autre part, dans les condensateurs, pour une même épaisseur de diélectrique, une même intensité et une même tension il y a n fois moins de matière mais n fois plus de cycles; puisque l'angle de perte est sensiblement constant, là encore les pertes sont indépendantes de la fréquence.

Mais il y a en outre à considérer des circuits parasites dont les

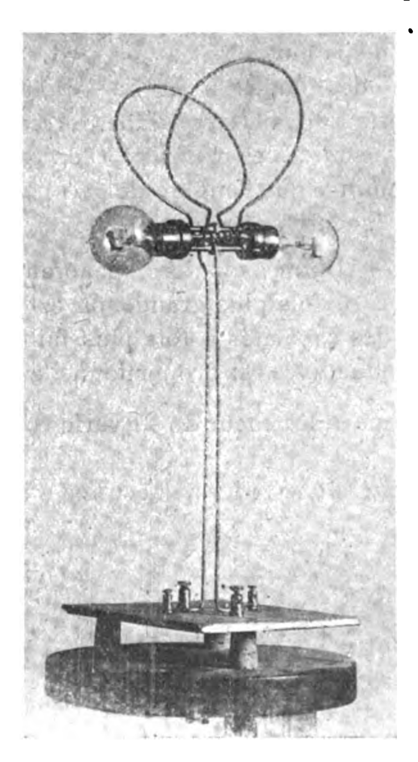


Fig 5

dimensions n'ont pas varié et qui sont le siège de forces électromotrices importantes. Dans les circuits métalliques massifs, les pertes sont insignifiantes parce que de tels circuits jouent le rôle d'écrans réflecteurs; il en est de même dans les bobines, parce que le fil qui les constitue est nu et que la carcasse a été supprimée. Par contre, les pertes sont considérables dans les supports en ébonite, les fils de connexion, les capacités parasites de la lampe, la table d'expérience, les murs surtout s'ils sont longés par un fil de terre. Il est donc essentiel, lors de la construction d'un poste d'émission ou de réception, d'éviter tout isolant aux endroits où le champ de haute fréquence est intense.

En particulier, il est très avantageux de ne pas fixer les douilles sur de l'ébonite et de confier aux broches de la lampe le soin de main-

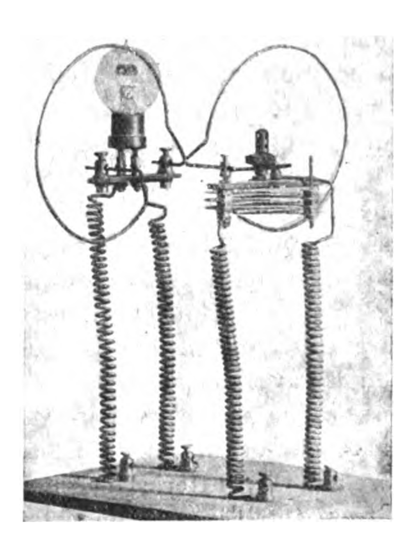


Fig. 6.

tenir entre ces douilles l'écartement convenable. Un dispositif particulièrement intéressant qui délimite nettement le circuit de la haute

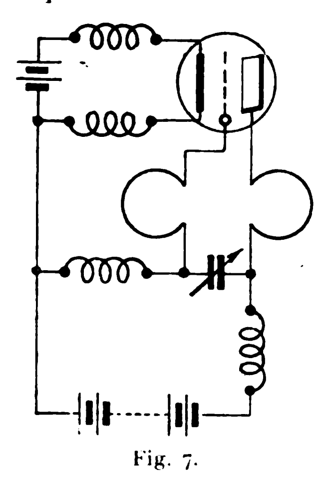


Fig. 7.

fréquence est le montage Mesny à deux lampes fonctionnant en opposition de phase; ces deux lampes sont, par exemple, disposées

horizontalement culot contre culot et le chauffage des deux filaments se fait par des douilles communes maintenues à 30 cm au-dessus de la table d'expérience par des fils de cuivre rigides; les circuits « plaque » et « grille » sont maintenus en place par des douilles de dimensions plus restreintes qui entrent à frottement très dur dans les broches correspondantes.

Cette disposition ne comporte aucun isolant à l'exception de la porcelaine et du verre qui forment le culot de la lampe; les pertes sont réduites au minimum et l'accrochage se fait avec la plus grande facilité sans qu'il soit nécessaire d'exagérer le chauffage du filament ou la tension « plaque ». Bien entendu, l'installation doit être faite à une certaine distance des murs, à l'air libre de préférence.

Les figures 4 et 5 représentent le schéma et la réalisation d'un tel émetteur dans lequel on a supprimé toute autre capacité que celle des lampes. Les figures 6 et 7 représentent au contraire un émetteur à une seule lampe couplée avec une antenne d'émission; une capacité variable relativement grande permet de faire varier très légèrement la longueur d'onde; des selfs de choc empêchent le courant de haute fréquence de se perdre dans les batteries d'accumulateurs.

Un exemple montrera combien sont importantes dans la plupart des appareils les pertes dans les supports de lampe. J'ai eu entre les mains un oscillateur qui refusait absolument de s'amorcer pour des ondes de 3 mètres. Les douilles de la lampe étaient noyées dans une matière moulée analogue à l'ébonite; les mesures m'ont montré que la capacité de ces douilles était sensiblement équivalente à la capacité interne de la lampe et que la résistance des douilles pour des ondes de 3 mètres était de 9 ohms, celle de la lampe étant inférieure à 1 ohm. Dans cet oscillateur, tout condensateur était supprimé de sorte que la capacité du circuit oscillant était constituée par ces deux capacités en parallèle, d'une résistance de 5 ohms par conséquent. Pour entretenir une intensité de 1 ampère dans ce circuit oscillant, il aurait donc fallu dépenser une puissance de 5 watts rien que dans le support de la lampe, et c'est pourquoi les oscillations ne pouvaient subsister. D'ailleurs après avoir renversé la lampe dans son étui de carton le culot en l'air et enfilé séparément les douilles dans les broches sans intermédiaire d'aucun isolant, j'ai pu constater que les oscillations s'amorçaient avec la plus grande facilité.

J. Granier.

LA LAMPE A QUATRE ÉLECTRODES [1]

Par H. NOZIÈRES,
Ingénieur E. S. E.

et P. GIROUD,
Ingénieur I. E. G., Licencié ès sciences.

La lampe à quatre électrodes, plus connue sous le nom de « Lampe à deux grilles », est une modification rationnelle de la triode. L'idée en appartient à Langmuir qui la breveta dès 1913 en Amérique (brevet français n° 514.766).

Longtemps ignorée en Europe, elle y apparut tout d'abord sous la forme de lampe à électrodes multiples, sans intérêt fondamental. Il n'y a guère que deux ans qu'elle a pris en France un développement industriel notable. Notre but n'est donc pas de présenter cette lampe au public qui la connaît déjà, soit par expérience, soit par les publications qui en ont été faites. Nous voulons essayer d'exposer sa technique à l'aide des phénomènes généraux de l'émission électronique.

Le principe est le même que celui de la lampe à trois électrodes. Mais dans cette dernière une tension anodique élevée (60 à 80 volts dans les lampes de réception, modèle de la télégraphie militaire) est indispensable pour combattre l'effet de charge négative de l'espace autour du filament, et permettre le passage du courant électronique. Dans leur mouvement vers la plaque, les électrons acquièrent une assez grande vitesse qui tend d'une part à diminuer la sensibilité du relai, d'autre part à favoriser la rencontre des particules négatives avec les molécules gazeuses résiduelles, provoquant souvent des troubles dans la réception.

Dans la lampe à deux grilles, on a intercalé entre la grille et le filament une anode auxiliaire (grille intérieure) dont le rôle est de réduire la charge spatiale, et d'amener les électrons sous l'action de la plaque avec une vitesse relativement faible et uniforme. Une tension de plaque peu élevée suffit pour canaliser les électrons ainsi libérés.

La tension nécessaire à la grille intérieure pour remplir son rôle est d'autant plus faible que cette anode est plus voisine du filament. Elle est de 5 à 6 volts dans les lampes du type Radio Bigril construites par la Société « La Radiotechnique ».

[1] Communication faite à la séance du 21 mai 1924.

La tension de plaque a une valeur voisine de la précédente (elle varie entre 6 et 15 volts). Pratiquement, on peut utiliser la même source pour alimenter les deux anodes.

La grille intérieure a également pour résultat de régulariser le débit des électrons. Le filament peut émettre un courant constamment voisin de la saturation, la grille extérieure ou de contrôle ayant pour rôle de distribuer ce courant entre la grille intérieure et la plaque. Dans ces conditions, la puissance instantanée, au cours d'une oscillation, varie peu autour de sa valeur maximum. Cette propriété est précieuse, car elle augmente la puissance spécifique de la lampe.

Caractéristiques de fonctionnement.

Nous reproduisons figures 1 et 2 les caractéristiques de fonctionnement à tension plaque et grille intérieure constantes. Ces courbes

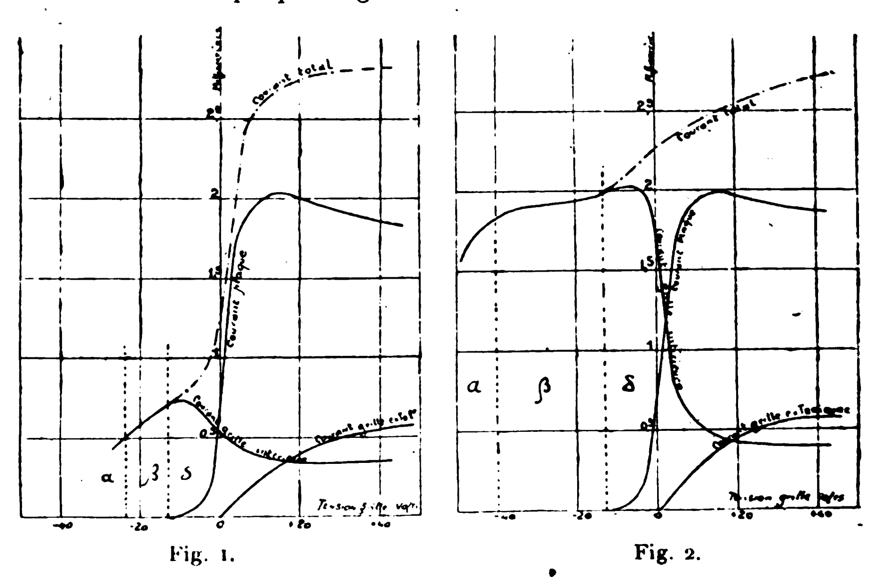


Fig. 1. Fig. 2.

représentent les intensités de courant dans les trois circuits de la lampe en fonction de la différence de potentiel appliquée entre la grille extérieure et le filament. Ces figures correspondent respectivement aux tensions anodiques suivantes :

Figure 1 : Tension plaque et tension grille intérieure égales à + 12 volts.

Figure 2 : Tension plaque égale à + 15 volts. — Tension grille intérieure égale à + 6 volts.

Dans les deux cas, la courbe du courant plaque est la même, seule l'importance du courant grille intérieure diffère.

Il en résulte que dans le premier cas, le courant total varie peu autour du point de fonctionnement; les deux caractéristiques sont utilisables. Dans le second cas, le fonctionnement se rapproche essentiellement de celui de la lampe à trois électrodes, la caractéristique de plaque pouvant seule être utilisée directement.

Pour expliquer l'allure des courbes précédentes et mettre en relief le mécanisme des grilles, nous avons repris la méthode représentative employée par M. Gutton dans son ouvrage sur la lampe à trois électrodes. Nous supposons que les électrons remontent les lignes de

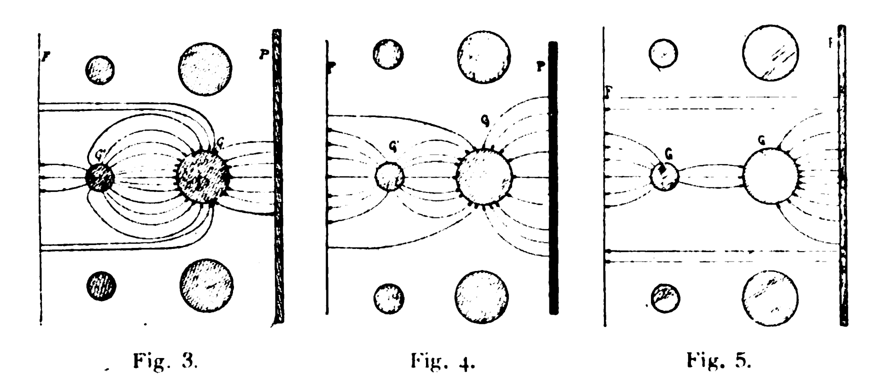


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

force électrique issues des anodes et aboutissant au filament, en nombre proportionnel au « nombre » de ces lignes de force.

Les figures 3, 4 et 5 montrent la répartition des champs électriques pour des valeurs croissantes du potentiel v de la grille extérieure, les potentiels de grille intérieure et de plaque étant supposés égaux à leur valeur normale + 12 volts.

La figure 3 correspond à une valeur négative élevée de v (— 50 volts). La grille extérieure est alors le point de convergence de la majeure partie des lignes de force. Seules, quelques-unes d'entre elles, issues de la grille interne, parviennent au filament, donnant naissance à un léger courant dans ce circuit (région α, figures 1 et 2).

Le champ résultant autour du filament croît avec v, ainsi que le courant vers la grille intérieure (fig. 4). Toutefois, aucune ligne de force issue de la plaque ne parvient encore au filament (région β). Ces dernières n'apparaissent que pour une valeur faible de v (— 5 volts environ); elles produisent un nouvel accroissement du champ attractif et du courant dans la grille intérieure. En même

***

temps, un courant prend naissance dans le circuit de plaque (région δ, figure 5).

A partir de cet instant, le courant de plaque croît très rapidement suivant la loi ordinaire de la puissance 3/2. Mais le nombre d'électrons émis atteignant son maximum, cette augmentation ne peut exister qu'aux dépens du courant de grille intérieure qui décroît suivant une loi identique.

Un courant apparaît dans le circuit de la grille extérieure dès que la tension v devient positive.

Influence de la tension de chauffage et de la tension anodique sur les caractéristiques.

1° *Tension de chauffage.* — Si l'on applique aux bornes du filament, successivement, des tensions croissantes, on constate (figure 6) que la caractéristique de grille intérieure s'élève et se déplace vers les abscisses positives. La caractéristique de plaque n'est pas modifiée dans sa partie basse, mais le courant de saturation étant augmenté, la partie rectiligne est allongée.

2° *Tension anodique.* — Lorsqu'on augmente les tensions de plaque et de grille intérieure ou simplement la première, on constate, comme dans la lampe à trois électrodes et pour les mêmes raisons, un déplacement de l'ensemble des caractéristiques vers les abscisses négatives.

Nous avons étudié également, d'un point de vue tout à fait général, l'influence relative de la tension appliquée à chacune des électrodes sur les courants dans les autres circuits de la lampe. Elle peut se résumer dans le système d'équations suivant :

$$\rho p \; Jp = Vp + A\,Vg + k\,v - b$$
$$\rho g \; Jg = Vg - B\,Vp - k'\,v - b'$$

système dans lequel

ρp représente la résistance apparente plaque filament;

ρg représente la résistance apparente grille intérieure filament;

Jp et Jg représentent les courants plaque filament, grille intérieure filament;

Vp et Vg représentent les tensions plaque filament, grille intérieure filament;

v la tension appliquée entre la grille extérieure et le pôle négatif du filament;

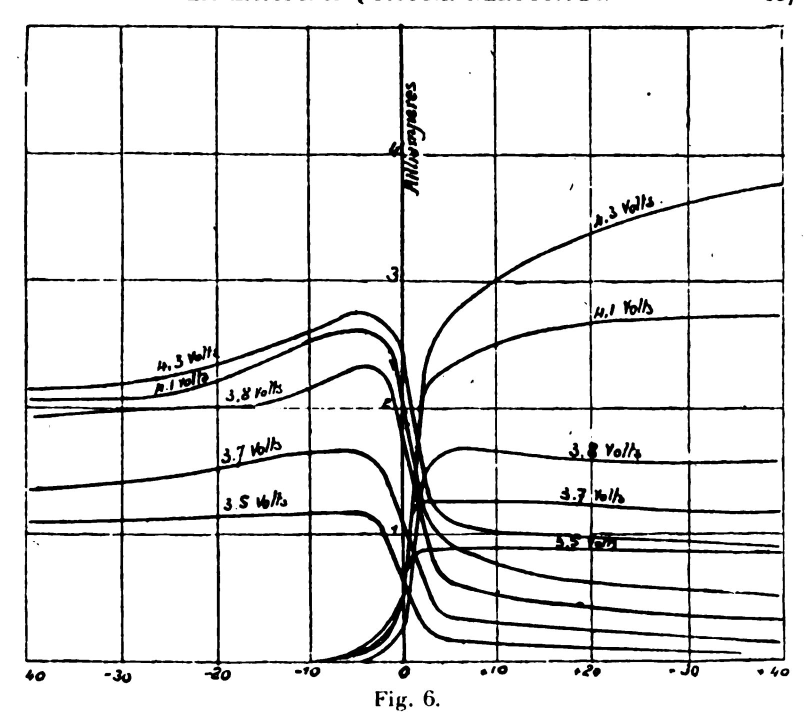

Milliampères
3
4.3 Volts
4.1 Volts
3.8 Volts
3.7 Volts
3.5 Volts
40
-30
-20
-10
0
+10
+20
+30
+40

Fig. 6.

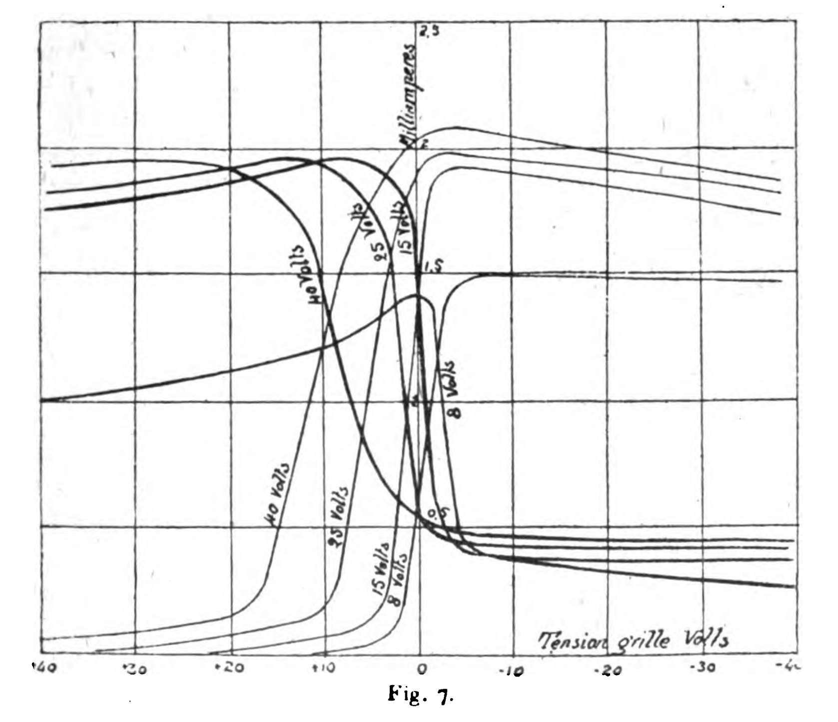

Milliampères
2,5
2
1,5
0,5
40 Volts
25 Volts
15 Volts
8 Volts
Tension grille Volts
+40
+30
+20
+10
0
-10
-20
-30

Fig. 7.

k et k' les coefficients d'amplification des circuits de plaque et de grille intérieure;

A et B sont des coefficients mesurant l'action réciproque de la grille intérieure sur le courant plaque et de la plaque sur le courant grille intérieure.

Les valeurs de ρg, k', A, B ne sont bien déterminées que dans l'intervalle étroit correspondant aux conditions de fonctionnement représentées figure 1. Retenons seulement les valeurs de

$$\rho_g = 6000 \text{ à } 10.000\ \omega \qquad k' = 2 \text{ à } 4$$

Les valeurs de ρp et de k sont déterminées dans tous les cas comme on peut le voir et sont égales en moyenne à

$$\rho_p = 20\,000\ \omega \qquad k = 8 \text{ à } 10$$

comme pour la triode [1].

Utilisation de la lampe à deux grilles.

Telle que nous venons de l'envisager, la lampe à deux grilles présente par son circuit de plaque les mêmes caractères que la lampe à trois électrodes. Tous les modes d'utilisation de cette dernière (amplification, détection, génération d'oscillation) sont donc applicables par les mêmes procédés, avec le bénéfice d'une tension de plaque réduite. Nous n'insistons pas sur les montages connus de tous dans lesquels il suffit de relier directement la grille intérieure au pôle positif de la batterie de plaque, ou mieux à une prise intermédiaire.

Les courbes représentées figure 1 montrent d'autre part que la partie rectiligne de la caractéristique de grille intérieure présente les mêmes qualités amplificatrices que la plaque. Il est donc possible d'utiliser la grille intérieure dans les montages précédents. Il suffit de tenir compte de l'inversion du sens de la variation des courants, ainsi que de l'influence de la tension de chauffage sur l'accord.

Comme nous l'avons indiqué, il y a intérêt à utiliser simultanément les circuits de plaque et de grille intérieure afin d'augmenter la puissance spécifique de la lampe. Chacune des anodes peut, en effet, donner en oscillation la puissance

$$\frac{U_0 \times I_0}{2}$$

(voir Gutton : La lampe à trois électrodes, page 71).

(1) Comme l'a fait remarquer M. Jouaust, on pourrait utiliser la grille intérieure pour fixer à une valeur assez faible la résistance plaque filament, tout en employant une tension plaque plus élevée. Dans ces conditions, il serait possible d'augmenter considérablement le coefficient d'amplification et le rapport $\frac{k}{\rho p}$.

U_o désignant la tension anodique moyenne, I_o le courant anodique moyen, la puissance totale est donc sensiblement $U_o \times I_o$ si le point de fonctionnement est convenablement choisi.

Cette propriété est également avantageuse pour la réception.

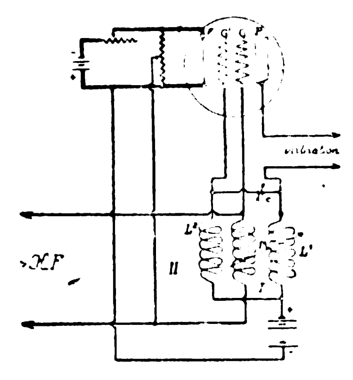


Fig. 8.

Nous représentons figure 8 un montage qui nous a donné des résultats très satisfaisants :

La grille intérieure et la plaque sont reliées respectivement aux deux extrémités d'une self L_1 et L_2 dont le point milieu est réuni au pôle positif de la batterie. Une capacité C ferme le circuit oscillant entre la grille intérieure et la plaque. Enfin, ce dernier est accouplé magnétiquement avec la grille de contrôle.

La réception est relativement beaucoup plus puissante avec ce

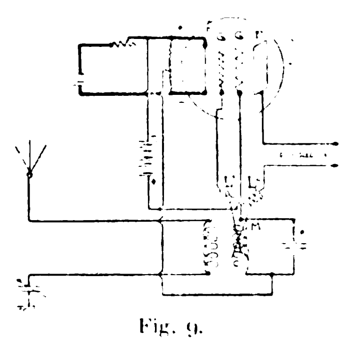


Fig. 9.

dispositif qu'avec une lampe à trois électrodes montee à réaction. Mais l'accord du circuit oscillant sur l'onde à recevoir doit être très précis; sinon les battements résultant de la différence des longueurs d'onde troublent l'audition.

Nous donnons ci-dessous quelques indications relativement aux valeurs des selfs et capacités que nous avons employées.

L^1, L^2 : longueurs d'onde voisines de 2000 mètres (Tour Eiffel-Radio-Paris), 2 galettes fond de panier de 1 millihenry.

L^1, L^2 : longueurs d'onde de 300 à 500 mètres (P. T. T., postes anglais), 2 galettes fond de panier de 80 microhenrys.

M : self dépendant du circuit de reception.

C : condensateur variable de 0,001 microfarad.

V_p-V_g : 12 volts.

Tension de chauffage comprise entre 3,5 et 4 volts et réglable dans cet intervalle à l'aide d'un rhéostat de quelques ohms.

Nous avons représenté un potentiomètre en dérivation sur le filament. Il n'est pas indispensable, mais permet avantageusement de choisir le meilleur point de fonctionnement

On peut, pour la facilité du réglage, supprimer la capacité C du montage précédent (fig. 9). On obtient ainsi un montage classique avec une double réaction. Cette disposition nous a permis de réduire la tension anodique jusqu'à une très faible valeur (5 à 6 volts) sans diminuer sensiblement l'intensité de réception.

La lampe à deux grilles se prête en outre à nombreuses combinaisons des anodes. Elle peut également recevoir des applications comme émettrice d'oscillations à basse tension pour les petites puissances. Dans ce cas, le montage indiqué figure 8 convient parfaitement.

En résumé, si elle ne constitue par elle-même un principe scientifique nouveau, la lampe à deux grilles est néanmoins un perfectionnement puisqu'elle crée une voie vers la suppression des batteries et de leurs inconvénients pour la réception en T. S. F. L'accueil qui lui a été réservé par le monde des techniciens et des amateurs justifie pleinement son intérêt.

H. NOZIÈRES et P. GIROUD.

Union Radiotélégraphique Scientifique Internationale

(U. R. S. I.)

OBSERVATIONS RADIOTÉLÉGRAPHIQUES pendant l'éclipse du soleil du 10 septembre 1923

Par L. W. AUSTIN

Grâce à l'amabilité du Ministre de la Marine, des observations furent faites le 10 septembre, pour l'Union Radiotélégraphique Scientifique Internationale, dans le but de déterminer si l'éclipse de soleil qui avait lieu à cette date avait une influence définie sur les phénomènes ayant rapport à la radiotélégraphie. Les points d'observation furent les stations radiotélégraphiques de réception de la Marine, à Point Loma (Californie, San-Diego), où l'éclipse était totale et à San-Francisco-Sud, où la zone de totalité de l'éclipse se trouvait à une légère distance, vers l'ouest.

Selon le programme, des observations furent faites :

1° Sur la variation possible de la force des signaux venant de l'ouest à travers l'ombre de la lune, de Cavite aux Philippines, et de Pearl Harbor et Heeia à Havaïi ;

2° Sur les variations possibles de la force et la direction des parasites atmosphériques;

3° Sur une variation possible de la direction des signaux venant du nord vers San-Francisco, c'est-à-dire avec la direction des signaux presque perpendiculaires à la direction de l'ombre de la lune. Ce paragraphe 3 fut inspiré par de grands changements apparents de direction, qui ont été signalés à San-Francisco au sujet de signaux venant du nord ou du sud aussitôt après que la ligne d'ombre au coucher du soleil avait passé à l'ouest de la station réceptrice.

Cavite ne put transmettre pendant les expériences, mais Pearl Harbor fut reçu à Point Loma. et Heeia, à San-Francisco-Sud. Les observations de réception à Point Loma, table I, commencèrent à 10 h 30 le matin et continuèrent jusqu'à 3 h 20 l'après-midi. La table I indique une diminution de l'intensité à 12 h 35 et 12 h 50, qui peut être due à l'éclipse, mais qui peut être due à d'autres causes.

TABLE I

Réception de Pearl Harbor a Point Loma

$f = kc$

10 septembre	Audibilité du signal	Audibilité des parasites
10 h 30	500	1 000 parasites venant de l'est
11 h 00	600	1 500 — —
11 h 30	3 000	1 500 — —
11 h 50	3 000	1 500 — —
12 h 05	3 000	1 500 — —
12 h 20	ne transmettait pas	1 000 — —
12 h 35	1 000	1 000 — —
12 h 50	1 000	1 000 n'ayant pas de direction
13 h 05	ne transmettait pas	800 parasites venant de l'est
13 h 20	—	800 —
13 h 35	2 000	1 500 — —
13 h 50	2 000	1 500 — —
14 h 05	2 000	1 500 — —
14 h 20	2 000	1 500 —
14 h 50	2 000	1 500 —
15 h 20	2 000	1 500 — —

On trouva que les perturbations atmosphériques au moment de la totalité n'avaient pas une direction déterminée, tandis qu'avant et après l'éclipse, elles venaient à peu près directement de l'est, comme c'est pratiquement toujours le cas à Point Loma. L'observation de ce fait que les parasites n'avaient pas une direction définie est intéressante, quoique, bien entendu, une seule observation de ce genre ne soit pas concluante. Des variations importantes de l'intensité des parasites ne furent pas remarquées.

A San-Francisco-Sud, aucune variation certaine des signaux de Heeia ne fut observée, pas plus qu'on ne remarqua des variations spéciales quelconques de la direction ou de l'intensité des parasites.

Les observations radiogoniométriques sur les signaux venant de Puget Sound, à 600 milles au nord de San-Francisco, sont représentées dans la table II. Celles-ci indiquent une déviation de la direction apparente, de 11 h 50 à 13 h 05, déviation se montant de 4 à 7 degrés.

On signale aussi que le minimum avait l'air de devenir plus flou à 12 h 35. Malheureusement, la station ne transmettait pas pendant l'observation de 12 h 50. L'intensité du signal était légèrement moindre, au moment de l'éclipse, qu'avant ou après. Les parasites, à San-Francisco-Sud, venaient de l'est pendant toute la période

d'observation, et il n'y eut aucune indication certaine d'un changement quelconque de l'intensité.

TABLE II

RÉCEPTION DE PUGET SOUND A SAN-FRANCISCO SUD

$f = 40\ kc$

Mesures au radiogoniomètre.

10 septembre	Audibilité du signal	Déviation de la direction apparente
10 h 30	200	0
11 h 00	200	0
11 h 30	200	0
11 h 50	200	4
12 h 05	150	4
12 h 20	150	4
12 h 35	100	7 minimum flou
12 h 50	ne transmettait pas	
13 h 05	150	4
13 h 20	200	0
13 h 35	200	0
13 h 50	200	0
14 h 05	200	0
14 h 20	200	0
14 h 50	200	0
15 h 20	200	0

Conclusions.

1. La diminution de l'intensité du signal environ au moment de la totalité, observée à Point Loma est digne d'attention, mais la variation n'est pas plus grande que celle observée fréquemment à d'autres moments.

2. Le fait que les perturbations atmosphériques n'avaient pas une direction déterminée à Point Loma pendant la totalité semble probablement avoir été le fait de l'éclipse, mais comme tous les phénomènes ayant rapport à un sujet aussi variable que les parasites, il devra avoir été observé un certain nombre de fois avant qu'on cherche à en tirer des conclusions définitives.

3. Le changement apparent de direction de Puget Sound à San-Francisco paraît être aussi un effet probable de l'éclipse, puisque d'aussi grandes variations pendant le jour sont excessivement rares, mais néanmoins, ce changement apparent devrait être confirmé par d'autres expériences avant qu'il puisse être accepté comme une vérité certaine.

Observations des effets de l'éclipse sur les ondes courtes.

En plus des expériences aux stations de l'Amirauté, on a fait état d'un certain nombre d'observations faites par des observateurs amateurs à des fréquences de radiodiffusion dans la zone de l'éclipse, pratiquement toutes rapportent une augmentation marquée de la force des signaux.

MM. Crosewell et Case, au Mexique, dans une station à environ 300 kms au sud de Los Angeles, ont rendu compte de leurs mesures au téléphone shunté, sur la station de radiodiffusion de « Los Angeles Times » KHZ (f = 760 ko) transmettant en télégraphie, ainsi qu'il suit : avant l'éclipse, audibilité 32, augmentant à mesure que l'ombre arrivait jusqu'à une audibilité de 490 immédiatement avant la totalité, atteignant 780 pendant la totalité, et descendant à 310 deux minutes après la totalité. Les parasites diminuaient à mesure que l'éclipse arrivait, devenant pratiquement nuls pendant la totalité. (Voir « Radio Digest Illustrated », Chicago, 13 octobre 1923, p. 3.)

W. Austin.
*(Laboratoire de Radio-Physique
Bureau des Standards.)*

ONDEMÈTRE D'ABSORPTION POUR POSTE RÉCEPTEUR

Par M. CLAYEUX

A. Principe de la méthode.

Un circuit oscillant B placé dans le voisinage d'un appareil récepteur A (fig. 1) produit, si les longueurs d'onde sont voisines, une perturbation dans le fonctionnement du poste.

Dans certaines conditions que nous allons indiquer, le circuit B peut être utilisé comme ondemètre.

1° B doit être peu résistant pour que le phénomène de résonance soit bien marqué et les mesures précises ;

2° B doit être peu couplé avec A.

En effet, si on serre trop le couplage, on modifie notablement la longueur d'onde du récepteur.

Désignons par λ_A et λ_B les longueurs d'onde respectives des circuits A et B et traçons la courbe λ_A, λ_B pour un couplage serré (fig. 2).

La longueur d'onde du poste récepteur augmente puis passe brus-

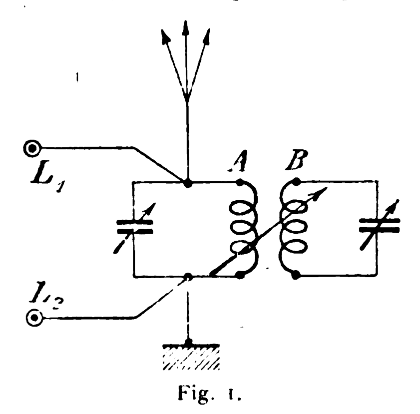


Fig. 1.

quement de $\lambda + \varepsilon$ à $\lambda - \varepsilon'$ pour reprendre ensuite la valeur normale λ.

Les courbes obtenues dans un sens diffèrent sensiblement de celles que l'on obtient en sens inverse.

La variation de longueur d'onde est d'autant plus grande que le couplage est plus serré.

Si A est accordé sur une émission et si on règle $\lambda_B = \lambda_A$, l'ondemètre

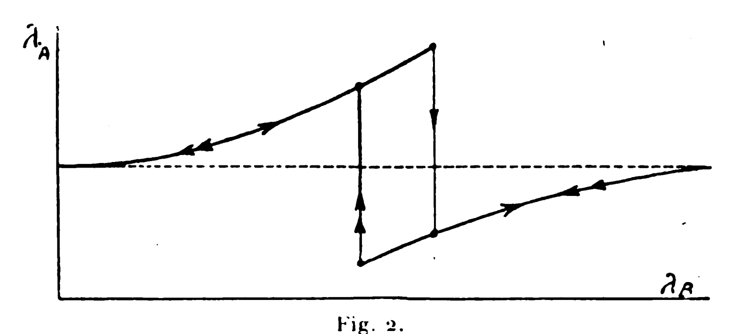


Fig. 2.

absorbe une certaine énergie et l'amortissement du circuit récepteur est accru. Les signaux faiblissent. Pour que la variation d'intensité soit sensible, il faut que l'augmentation relative de l'amortissement soit grande ; l'augmentation en valeur absolue est faible (B peu résistant et peu couplé) ; l'ondemètre d'absorption n'est donc utilisable que

dans le cas d'un appareil récepteur peu amorti. Cette condition est réalisée dans la plupart des postes par l'emploi de la réaction.

Si le récepteur est réglé à la limite d'accrochage des oscillations, on aura en accordant l'ondemètre un affaiblissement très net.

Si A fonctionne en autodyne à la limite d'entretien, on aura un décrochage pour $\lambda_A = \lambda_B$.

L'ondemètre d'absorption présente plusieurs avantages sur les appareils à buzzer.

Il est plus simple, il donne des indications plus précises et est d'un emploi plus commode.

B. Étalonnage.

Une excellente méthode d'étalonnage d'un ondemètre d'absorption, ou autre, consiste à utiliser les harmoniques d'un générateur à ondes entretenues.

On procède par exemple comme suit :

On accorde l'appareil récepteur autodyne R (fig. 3) sur une émission étalon (par exemple les ondes de 5000 ou 7000 mètres de F L), on détermine un premier point de l'étalonnage de l'ondemètre.

On monte un hétérodyne auxiliaire que l'on règle très exactement sur la même longueur d'onde. On ne modifie plus le réglage de cet hétérodyne

On supprime l'antenne du poste récepteur et on rétablit l'accord du récepteur sur la longueur d'onde étalon par le jeu de son condensateur. On se règle au moyen de l'ondemètre (accord approximatif) et de l'hétérodyne (accord précis).

On a alors deux générateurs d'oscillations entretenues au synchronisme sur la longueur d'onde étalon λ_0.

On réduit la longueur d'onde de R, on obtient des battements pour les longueurs d'onde $\frac{\lambda_0}{2}, \frac{\lambda_0}{3}, \frac{\lambda_0}{4}, \dots \frac{\lambda_0}{n}$,

on se règle chaque fois au synchronisme et on fait une mesure à l'ondemètre. Quand on arrive vers $\frac{\lambda_0}{10}$, il est bon de modifier la longueur d'onde de l'hétérodyne que l'on règle très exactement sur un harmonique de l'onde $\frac{\lambda_0}{10}$.

On augmente pour cela la fréquence de l'hétérodyne, et on obtient des battements pour

$$\frac{9\lambda_0}{10}, \frac{8\lambda_0}{10}, \text{ etc...}$$

On peut se fixer à $\frac{3\lambda_0}{10}$ et à partir de cette nouvelle base on a facilement

$$\frac{3\lambda_0}{20}, \frac{3\lambda_0}{30}, \text{etc.....}$$

Si $\lambda_0 = 5000$ m on aurait ainsi :

5000, 2500, 1667, 1250, 1000, 833, 714, 625, 556, 500

et à partir de la deuxième base $\frac{3\lambda_0}{10} = 1500$ m on aurait :

1500 — 750 — 500 — 375 — 300 — 250 — 214 — 187,5 — 166,7 — 150.

Pour éviter de grossières erreurs, il convient d'opérer lentement et de prendre certaines précautions :

On prédéterminera d'abord approximativement, soit par le calcul,

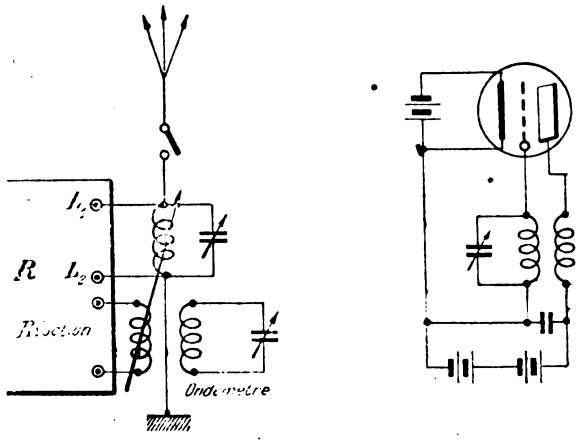


Fig. 3.

soit par des mesures directes sur des ondes connues (P T T, Radiola), les longueurs d'onde de chaque bobine de l'ondemètre.

Les courbes d'étalonnage sont presque toutes semblables et ont l'allure bien connue d'une parabole (fig. 4).

Un seul point suffit pour tracer approximativement une courbe, et si par exemple on trouve deux points comme α et β (fig. 4), on peut être certain que l'on a commis une erreur; il convient de recommencer les expériences et de vérifier si l'on n'a pas omis un harmonique.

Il est essentiel d'autre part de s'assurer au début que l'hétérodyne est réglé sur λ_0 et non pas sur un harmonique.

On placera l'hétérodyne à une certaine distance de l'appareil récepteur.

Si l'hétérodyne est trop près du récepteur, il se produira des phénomènes de synchronisation (zone de silence entre deux zones de battements).

Si l'hétérodyne est trop éloignée, les harmoniques tels que 6, 8, 10. seront trop faibles.

Les harmoniques de rang impair sont plus intenses que ceux de rang pair.

On a souvent des battements entre deux ondes dont les longueurs sont dans le rapport de 2 à 3.

On peut dire en tout cas que l'établissement d'un ondemètre et son

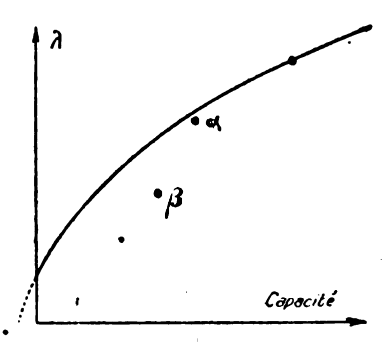


Fig. 4.

étalonnage est chose assez facile, même pour les amateurs, qui ne disposent que d'un petit matériel.

Donnons, pour terminer, les dimensions de quelques bobines pour ondes de 20 à 100 mètres.

La bobine L_1 est constituée par 10 spires non jointives, fil 10/10, sur cylindre carton de 55 mm. Longueur bobine 40 mm.

L_2 est également cylindrique, même diamètre, 5 spires 20/10, longueur 30 mm.

	Longueur d'onde pour capacité de :		
	0,1/1000	0,5/1000	1/1000
Self L_1	40	95	135
Self L_2	24	52	75

CLAYEUX.



Union Radiotélégraphique Scientifique Internationale

Diagramme des champs électriques mesurés à Meudon pendant le 3e trimestre 1924.

Les diagrammes ci-dessous donnent les champs électriques en microvolts par mètre, de Bordeaux (LY), Nantes (UA), Rocky-Point (WQL) et Rome (IDO). Ces éléments ont été mesurés à Meudon par la méthode indiquée au n° 1 de *l'Onde Électrique* (janvier 1922).

Les résultats des mesures précédentes sont contenus dans les numéros 10, 17, 22, 25, 31 et 35.

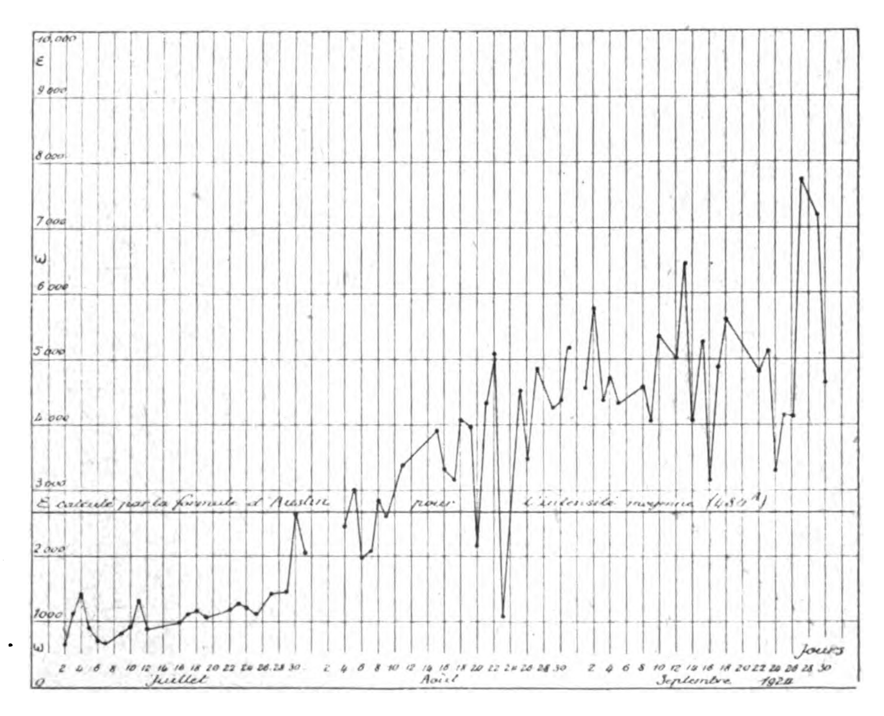


Fig. 1. — Lafayette (LY) $\Lambda = 18.900^m$ $I_m = 480^A$.

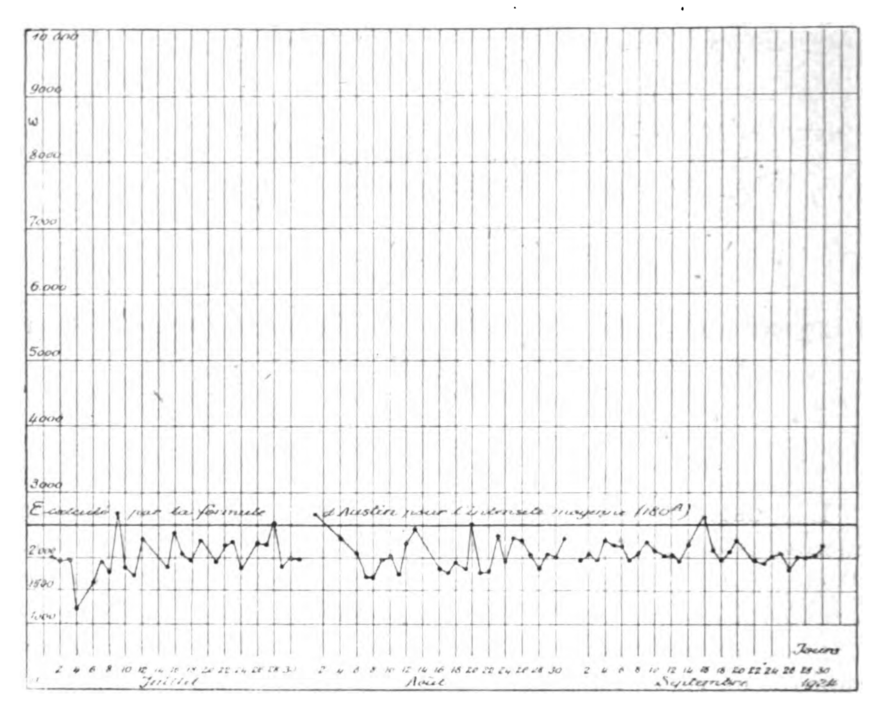


Fig. 2. — Nantes (UA) $\Delta = 9.000^{m}$ $I_m = 180^{A}$.

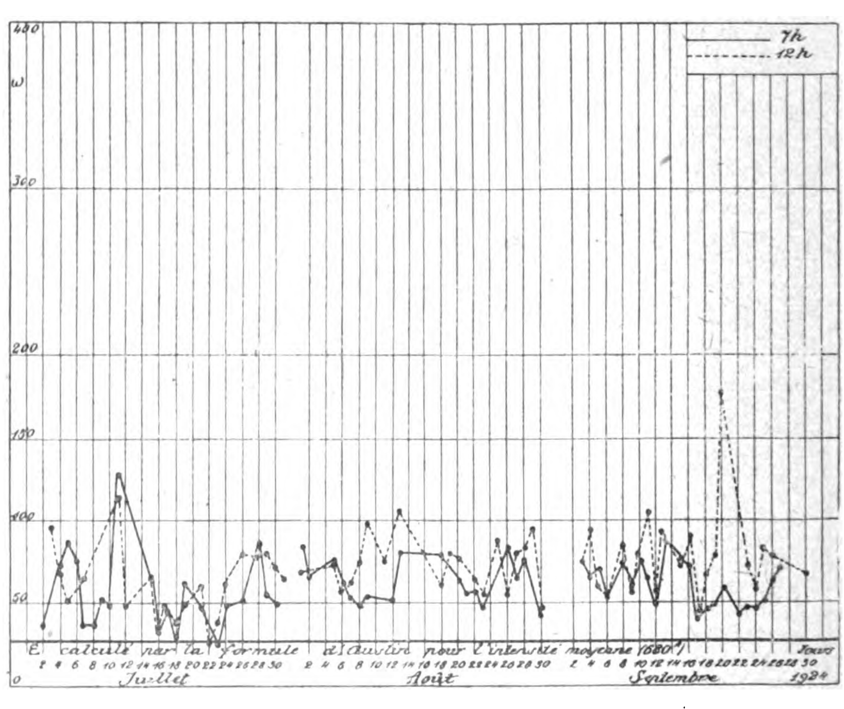


Fig. 3. — Rocky Point (WQL) $\Delta = 17.610^{m}$ $I^{m} = 680$ A.

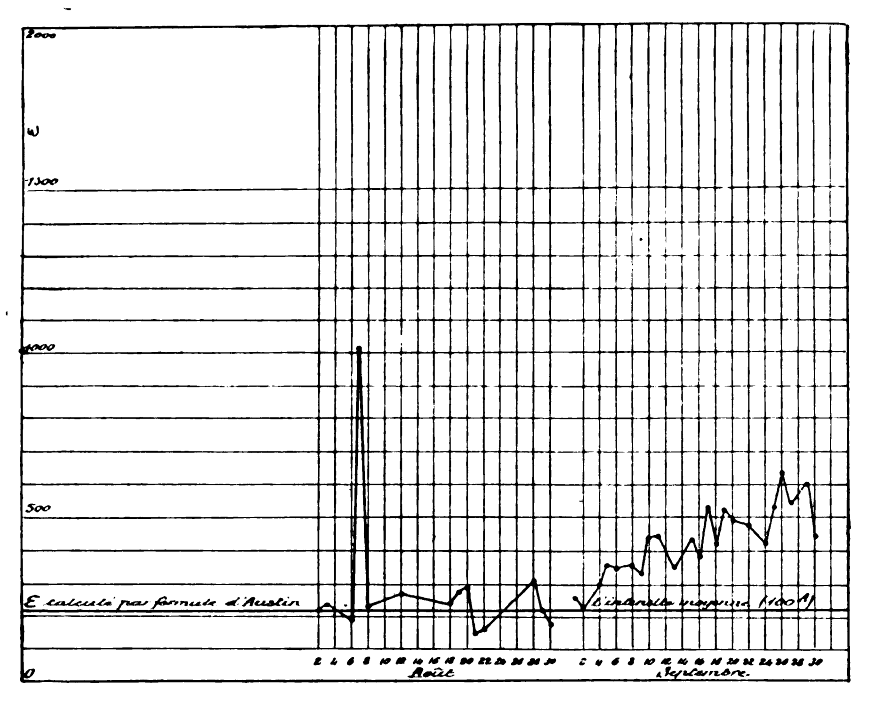


Fig. 4. — Rome (IDO) $\Lambda = 10.850^{m}$ $I_{m} = 100^{A}$.

Résultats obtenus sur les très longues distances par la télégraphie sans fil dirigée sur ondes courtes, plus généralement connue sous le nom de « Beam system » (¹), par G. Marconi.

M. Marconi vient de résumer les travaux sur les ondes courtes dirigées, entrepris sous sa direction et de rassembler les résultats acquis par lui, relatifs à la propagation de ces ondes, à leurs possibilités d'emploi et au rôle des reflecteurs.

Après avoir fait remarquer que Hertz et ses contemporains utilisaient dans leurs expériences, maintenant classiques, des ondes électriques très courtes, il rappelle ses premiers essais de T. S. F. sur ondes courtes dirigées exécutés en 1896, et regrette que l'étude des ondes de faible longueur ait été abandonnée pour celle des ondes longues, malgré les résultats encourageants obtenus à cette époque.

En 1916, pendant la guerre, l'auteur eut l'idée de reprendre ses premières expériences : il s'agissait alors de diminuer les dangers d'interception par l'ennemi et de réduire les possibilités d'interférence entre stations amies. Des essais furent entrepris en collaboration avec la Marine Royale italienne et M. C. S. Franklin, depuis spécialisé dans cette branche de la Radiotélégraphie.

Les réflecteurs alors utilisés ne furent plus, comme en 1896, des plaques métalliques, mais des écrans constitués d'un nombre relativement faible de fils, parallèles à l'antenne, disposés suivant une parabole dont la droite focale était représentée par l'antenne elle-même et accordée sur la longueur d'onde du poste (fig. 1).

Cette disposition avait d'ailleurs été déjà proposée en 1901 et 1902 par de Forest et Brown, sans qu'aucune application pratique n'en ait été alors réalisée. Ces expériences ayant démontré la possibilité de diriger les émissions, elles furent poursuivies avec persévérance.

En 1917, à Carnarvon, on réalisa avec un poste amorti utilisant une longueur d'onde de trois mètres une portée de 20 miles, puis, grâce à l'apparition des postes à lampes, M. Franklin put, en 1919, atteindre la portée de 78 miles en téléphonie sur 75 mètres de longueur d'onde. La même année on établit une liaison entre Hudson et Birmingham (97 miles) avec 700 watts à l'émission.

(¹) Résumé d'une communication faite par M. Marconi à la « Royal Society of Arts », le 2 juillet 1924, à Londres.

Une série de mesures faites au cours de ces essais démontrèrent l'influence des réflecteurs sur la puissance de la réception : la valeur de l'énergie recueillie en utilisant un réflecteur à chaque extrémité atteignait en effet deux cents fois celle obtenue sans réflecteur.

En 1923 fut réalisée une nouvelle série d'essais à bord du yacht « Elettra ».

Le programme de ces expériences était le suivant :

1° Vérifier la possibilité d'utiliser efficacement les ondes voisines de 100 mètres pour assurer un service radiotélégraphique à grande distance (avec ou sans réflecteur).

2° Rechercher les conditions de la propagation des ondes courtes et

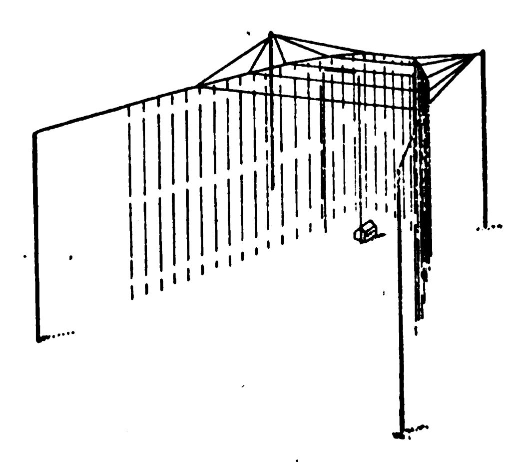


Fig. 1. — Réflecteur parabolique 1921.

déterminer les portées maxima qu'elles permettent d'atteindre de jour et de nuit, compte tenu de la puissance mise en jeu à l'émission.

3° Rechercher et déterminer l'angle et la largeur du faisceau de radiations lorsqu'on emploie un réflecteur à l'émission.

L'émetteur, installé à Poldhu, travaillait sur 97 mètres et absorbait, avec huit lampes MT2 en parallèle, 12 kilowatts. La puissance rayonnée était voisine de 9 kilowatts. L' « Elettra » était muni d'un récepteur spécial comportant deux étages H. F., une détectrice autodyne et à volonté deux étages B. F. Il n'y avait pas de réflecteur à bord.

La première partie de la croisière du yacht fut surtout consacrée à l'étude de la propagation des ondes courtes. Poldhu n'avait alors aucun réflecteur. Le yacht, après avoir contourné le cap Finisterre (Espagne), remonta le Guadalquivir jusqu'à Séville puis poursuivit sa

route jusqu'à Casablanca avec escale à Gibraltar et à Tanger. Les observations faites à bord, en particulier à Séville, démontrèrent :

1° Que la puissance des signaux diurnes varie suivant l'heure et est en relation directe avec la hauteur moyenne du soleil au-dessus du trajet des ondes.

2° Que le coefficient de la formule d'Austin ne peut être appliqué dans le cas des ondes de 100 mètres. Il faut alors substituer à la constante $\frac{d}{\sqrt{\lambda}}$, une variable qui est approximativement une fonction linéaire de l'altitude moyenne du soleil sur le grand cercle passant par les deux stations. Ce coefficient d'absorption se trouve donc être fonction de l'heure, de la saison et de la situation géographique relative de ces stations.

3° On n'a jamais constaté dans la réception des ondes de 100 mètres le phénomène d'affaiblissement suivi de renforcement observé dans le cas des ondes longues au lever et au coucher du soleil.

4° Les parasites paraissent être infiniment moins forts lors des écoutes de jour.

Au cours de cette partie des essais, les signaux diurnes, tout en s'affaiblissant avec la distance, restèrent cependant toujours suffisants pour permettre d'assurer un trafic commercial.

On a cependant noté que la proximité de montagnes élevées dans la direction des ondes affaiblissait, dans une certaine mesure, la réception.

La seconde partie des essais fut faite avec un réflecteur à l'émission ; le yacht stationna à Funchal (Madère 2340 km) et à Saint-Vincent (Iles du cap Vert 4300 km). Malgré les positions défavorables du navire, mouillé dans les deux cas à proximité de hautes montagnes, la réception de jour resta toujours possible au moins pendant quelques heures avant le lever et après le coucher du soleil.

Les signaux de nuit furent toujours parfaitement entendus et leur puissance n'a pas semblé décroître de Madère (2340 km) à Saint-Vincent (4300 km). Les parasites n'apportaient aucun trouble de réception.

Ne pouvant s'éloigner davantage, M. Marconi fit réduire progressivement la puissance de Poldhu de 12 à 1 kilowatt. L'intensité de réception resta toujours nettement supérieure à celle des grands postes européens ou américains.

Ces résultats étaient fort encourageants : il faut cependant noter que, si l'on s'en tient aux termes de l'exposé de M. Marconi, l'utilité

des réflecteurs ne semble pas démontrée et qu'en tous cas, on n'y trouve aucune précision sur la largeur du faisceau d'ondes qu'il se proposait de mesurer.

Après cette croisière, le poste de Poldhu fut modifié de façon à utiliser deux lampes spéciales à refroidissement par l'huile. La puissance fut portée à 21 kilowatts et l'énergie rayonnée atteignait 17 kilowatts. L'antenne ne comportait pas de réflecteur.

Ce poste fut parfaitement entendu de jour à bord du S/S « Cedric », naviguant sur la ligne de New York, jusqu'à une distance de 2500 kilomètres et la loi de propagation put être vérifiée.

Les signaux nocturnes furent reçus en Australie (Sydney), en

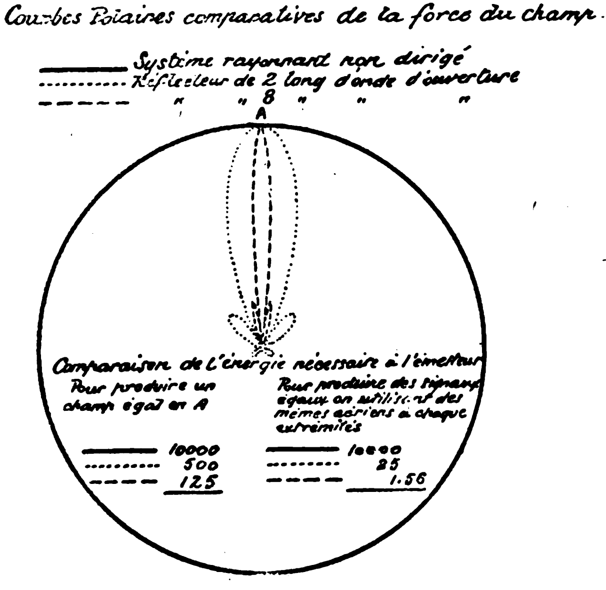


Fig. 2.

Amérique du Nord (New-York, 90 microvolts par mètre, et Montréal) et en Amérique du Sud (Buenos-Ayres).

A Sydney, la réception était excellente de 6 h 30 à 8 h 30 et de 17 à 21 heures (G. M. T.) et nettement plus forte que celle de Carnarvon.

L'auteur ne précise pas la durée de la réception à Buenos-Ayres.

Après avoir à nouveau accru la puissance de Poldhu (28 kw), dont la longueur d'onde fut fixée à 92 mètres, on put réaliser une liaison radiotéléphonique avec Sydney le 30 mai 1924.

Il n'y avait pas de réflecteur.

Devant ces brillants résultats on pourrait être tenté de mettre en doute l'utilité des réflecteurs. Mais M. Marconi affirme que leur efficité est parfaitement démontrée. En effet, dit-il, l'amplification obtenue grâce à eux a pu être calculée et les mesures faites dans un cas particulier ont parfaitement concordé avec les calculs. La figure ci-dessus donne les résultats de ces calculs sous une forme abrégée (fig. 2).

Les systèmes rayonnants modernes, proposés par M. Franklin, ne comportent plus de réflecteurs paraboliques, mais sont constitués par deux nappes verticales et parallèles dont l'une constitue l'antenne et est alimentée en un certain nombre de points au moyen d'un dispositif

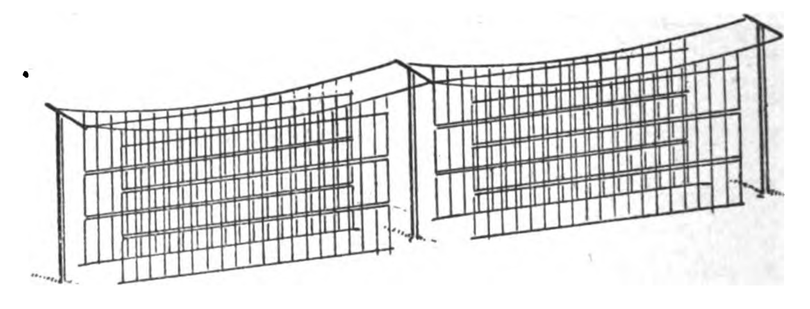


Fig. 3. — Antenne et réflecteur vertical et plan de l'émetteur 1924.

tel que la phase des oscillations soit la même en tous les points de l'antenne (fig. 3).

Le calcul montre et l'expérience confirme que l'effet directif d'un tel ensemble est une fonction de ses dimensions, par rapport à la longueur d'onde employée.

Voici les lois que donne l'inventeur à leur sujet :

1° A fréquence constante, le rapport des pertes par rayonnement aux pertes par résistance ohmique et par conséquent le rendement reste constant, quelles que soient les dimensions du système rayonnant. La valeur de ce rendement est très élevée et atteint aisément 80 %.

2° Le décrement naturel du système est très élevé et reste constant, quel que soit son développement ; le rapport de l'inductance à la résistance reste en effet constant.

3° La plus grande amplification pour une surface donnée et, par suite, pour une dépense d'installation donnée, est obtenue lorsque les systèmes rayonnants sont des surfaces égales aux stations émettrices et réceptrices.

4° Pour une surface donnée à chacune des stations, l'amplification croît avec la quatrième puissance de la fréquence employée.

On n'a pas pu jusqu'ici déterminer les distances maxima pour lesquelles l'amplification obtenue, grâce à cette dernière loi, est suffisante pour compenser les effets d'absorption de plus en plus intense au fur et à mesure que la longueur d'onde s'abaisse.

L'auteur fait remarquer que l'énergie que peuvent supporter ces systèmes est très grande et qu'il sera possible d'assurer plusieurs

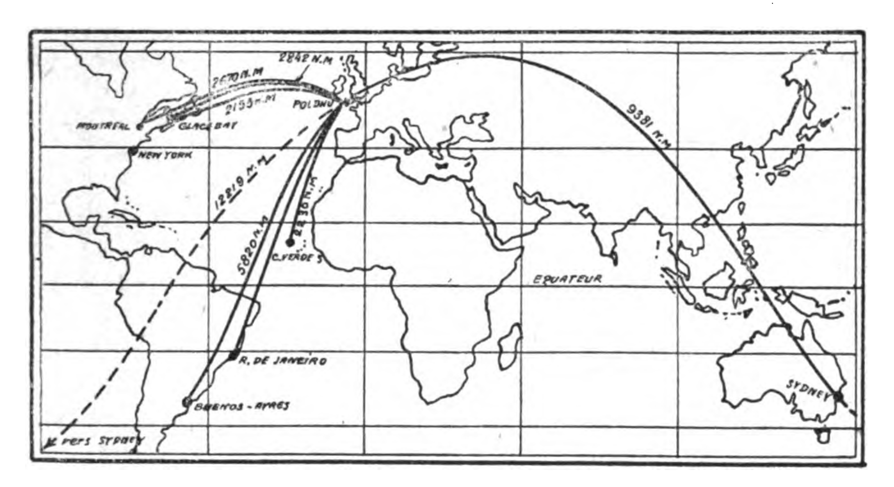


Fig. 4. — Carte du monde. Système de projection Mercator montrant le trajet, suivant les grands cercles, suivi par les ondes courtes au cours des expériences réalisées entre avril et juin 1923 et mai et juin 1924.

émissions simultanées sur la même antenne, et que seules les faibles longueurs d'onde permettent l'emploi des grandes vitesses de manipulation.

Pour terminer, il signale les essais importants réalisés les 12 et 14 juin 1924 entre Poldhu et Buenos-Ayres (5820 km). La puissance de l'émetteur était de 21 kilowatts (17 kw rayonnés) et on utilisait un réflecteur parabolique.

La réception resta possible dans d'excellentes conditions pendant six heures par nuit et, en demandant l'installation d'un poste à ondes courtes en Argentine, le Comité chargé de l'exploitation de la station à grande puissance de Buenos-Ayres estimait pouvoir écouler en six heures un trafic double de celui assuré actuellement en vingt heures.

Faute de renseignements précis sur les essais effectués précédem-

ment sans réflecteur, on ne peut juger de l'amélioration apportée par son emploi.

Pour conclure, le sénateur Marconi signale les énormes avantages que présenteraient les stations à faible puissance à ondes courtes pour l'Empire britannique et dont l'un des plus importants serait sans doute de permettre une réduction considérable des tarifs radiotélégraphiques.

F. J,

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Liste des nouveaux sociétaires.

MM. Gy (Henri), étudiant, 8e génie, 91e compagnie, École Militaire, Paris (VIIe).
Japy (Robert), ingénieur, chalet Jeannette, rue de la Bienfaitrice, Berck-Plage (P.-de-C.).
Gimie (Léo), radiotélégraphiste, 0, rue Sainte-Isaure, Paris (XVIIIe).
Proust (Maurice), ingénieur, 23, avenue Spinosa, Ivry-sur-Seine.
Adeline (Henri), lieutenant 18e génie, Nancy (M.-et-M).
Baize (Paul), ingénieur des P. T. T., 72, rue de Rome, Paris (VIIIe).
Groszkowski (Janusz), agrégé, ingénieur-électricien, officier de l'armée polonaise, 43, rue Grzybowska, Varsovie.
Thuillier (Marc), mécanicien-outilleur, 61, avenue d'Italie, Paris (XIIIe).
Sordina (Ugo), capitaine de corvette, R. Academia Navale, Livorno (Italia).
Flinois (Pierre), hôtel Claudine, 213, rue de la Croix-Nivert, Paris (XVe).
Maillet (Raymond), ingénieur des mines, 35, boulevard de la République, à Nimes.
Monnier (A. Marcel), assistant au laboratoire de Physiologie de la Sorbonne, Paris (Ve).
Marcq (Henri), électricien, rue sans nom, 10, La Lorraine, à Roux-lez-Charleroi (Belgique).
Burlet (René), dessinateur, 4, rue Tarbé, Reims (Marne).
Bourratière (Gérard), officier de la marine marchande, à Foissin, Lectoure (Gers).
Vedel (Erick), lieutenant de vaisseau, Foraarsvej 4 Charlottenlund, Copenhague (Danemark).
Jurskis (Alphonse), officier d'administration du génie, A. Karo Techn Kursal, *Sanciai Kaunas* (Lithuanie).
Menars (Jean), Le Blancat, Gan Basses-Pyrénées).

Commandant Chaulard, E. C. M. R., 51 *bis*, boulevard Latour-Maubourg, Paris (VIIe).

Rousset-Bert (Auguste), chef de fabrication de soieries, Les Avenières (Isère).

Cazes (Antoine), professeur au lycée de Chartres (Eure-et-Loir).

Vivier (Marcel), monteur-radio, 215, rue de Paris, Ivry-sur-Seine.

Huet (Albert), enseigne de vaisseau, Commission d'études pratiques de Dragage, Brest (Finistère).

Tockstein (Antoine), capitaine du régiment de télégraphie tchécoslovaque, *Kutna Hora*, tovarna Aupéka (Tchécoslovaquie).

Soler Jover (Julio), ingénieur industriel, Hernan Cortes 8, Santander (Espagne).

Lobo Rosa (Benedicto Maurilio), rua Monte Alegre, 38, São Paulo, Brazil.

Gruel (Victor), capitaine aviateur, 21e régiment d'aviation à Nancy.

Mundorfer (Hyacinthe), lieutenant de vaisseau de la marine yougoslave, Sibenik radiostanica (Yougoslavie).

Konecny (Bohumil), capitaine de l'armée tchécoslovaque, Prague-Brevnov Otokarova ul 428.

Grenet (Gaston), étudiant, 10, rue Perronet, Paris (VIIe).

Kuczewski (Joseph), ingénieur, 22, rue Eugène-Jumin, Paris (XIXe).

Lieutenant Henrard, chef du réseau radiotélégraphique de l'armée française du Rhin, S. P. 77.

Froc (Louis), directeur de l'Observatoire de Zi Ka Wei, Changaï (Chine).

Roux, enseigne de vaisseau, 151, rue La Fayette, Paris (X^e).

Communications.

Communication de M. Abadie.

Étalonnage d'un système thermo-élément-galvanomètre.

Méthode de Thovert. — Réalisation pratique et dispositifs dérivés en courant continu. — Comparaison avec l'étalonnage en courant alternatif à très basse fréquence et à fréquence musicale.

M. Colmant devait faire une communication relative à des essais sur des ondes courtes; empêché par son état de santé, il s'était excusé. M. le Dr Corret, après avoir regretté que M. Colmant n'ait pu venir faire sa conférence, et lui avoir souhaité un prompt rétablissement, a montré tout l'intérêt que présentent les expériences qu'il a effectuées entre Paris et Alger. Il a souhaité que les amateurs entreprennent des essais de ce genre, d'une durée assez longue, et s'intéressent davantage à la régularité des communications obtenues. Il y aurait là des records aussi intéressants à établir que ceux qui consistent à couvrir exceptionnellement de très longues distances et les résultats en seraient infiniment plus utiles.



M. Mesny a signalé une anomalie curieuse constatée dans la propagation des ondes de l'ordre de 50 m. Alors qu'au mois de juin des expériences entre Paris et l'escadre de la Méditerranée indiquaient une meilleure propagation de nuit que de jour, des expériences récentes, tentées plusieurs fois, ont donné des résultats nettement contraires.

Réunion de Janvier 1925, le Mercredi 21, à 21 heures.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Suppression des bruits parasites de moteurs. — Nous avons publié sous ce titre dans le numéro d'octobre une note du Radio-Club des Pyrénées. A la demande de renseignements que nous avons envoyée à ce Radio-Club, il nous a été répondu que c'était à M. Chevillau, ingénieur des P. T. T. à Angers, qu'il fallait s'adresser. Une lettre à M. Chevillau est revenue avec la mention « inconnu dans l'Administration ».

Réception de stations japonaises. — Nous avons reçu la lettre suivante :

« J'ai le plaisir de vous annoncer la réception de l'amateur JFWA de Tokio le 5 décembre 1924, à 17 heures 15. J'utilisais pour cette audition un récepteur à trois lampes. Le japonais a été entendu pendant dix minutes environ puis les signaux sont devenus de plus en plus faibles jusqu'à extinction complète. C'est la première fois, je crois, qu'un amateur de cette contrée est reçu en Europe.

« D'autre part, dans la soirée du 4 décembre, à 21 heures, j'ai entendu avec une parfaite netteté plusieurs amateurs américains, dont un de la côte du Pacifique, sur deux lampes. Cette station, dont l'indicatif est 7GR, avait déjà été reçue ici, mais dans la matinée, et j'ai pu constater que ses signaux étaient aussi forts le soir, quoique que les ondes aient à traverser un assez grand parcours de jour. La longueur d'onde était d'environ 75 mètres.

J. L. MÉNARS 8FJ. »

Radio-Club du Gard. — Nous avons reçu la lettre suivante :

« Nous avons l'honneur de vous faire connaître que les amateurs de T. S. F. de Nîmes et du département viennent de fonder un groupement ayant pour titre : « Radio-Club du Gard » et dont le siège social est provisoirement 4, rue Verdet, Nîmes.

« Le bureau est ainsi composé : Président : M. Baud ; Vice-présidents : MM. Théroud et Roussel ; Secrétaire : M. Fabrègue ; Trésorier : M. Périer ; Bibliothécaire : M. Gaussent.

« Nous vous serions reconnaissants de vouloir bien publier cette nouvelle dans votre prochain numéro afin de nous faciliter les moyens d'entamer des relations avec les groupements déjà existants.

« Avec nos remerciements, veuillez agréer... — *Le Secrétaire :* FABRÈGUE. »

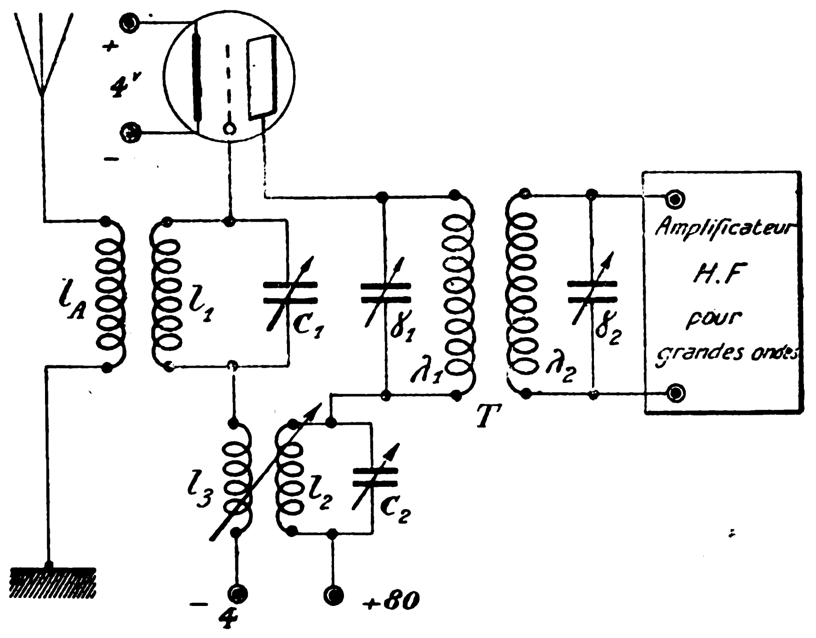
Montage pour superhétérodyne. — Nous avons reçu la lettre suivante :

« J'ai l'honneur de vous soumettre ci-après un montage permettant d'utiliser une seule lampe à la fois comme détectrice et hétérodyne dans le superhétérodyne, pour le cas où vous jugeriez que ce renseignement puisse



être utile aux amateurs débutants peu familiers avec ce dispositif.

« Les revues donnent actuellement beaucoup de schémas de ce système



Le circuit l_1 c_1 est accordé sur la fréquence de l'onde à recevoir.

Le circuit l_2 c_2 (circuit de l'hétérodyne) est accordé de façon à produire des battements à la fréquence F avec l'onde à recevoir.

Le primaire et le secondaire du transformateur T sont accordés sur la fréquence F.

Le couplage l_A l_1 est relativement serré.

Le couplage l_3 l_2 influe relativement peu sur le rendement pourvu qu'il soit assez serré. On peut le laisser fixe dans de larges limites de longueur d'onde.

qui, paraît-il, est à la mode, mais aucune de celles que j'ai parcourues (il est vrai que je ne les lis pas toutes) ne mentionne cette simplification de montage. C'est pourquoi j'ai pris la liberté de vous la signaler.

« Le schéma ci-contre donne le montage employé. Il ne présente rien de particulier et c'est une application immédiate du système de détection par modulation de M. Jouaust [1].

« Les résultats obtenus avec ce montage m'ont paru absolument équivalents (et même supérieurs) à ceux que l'on obtient en employant deux lampes séparées pour l'hétérodyne et la première détectrice.

« Le réglage est aussi simple que le montage à deux lampes, et se réduit à celui des deux condensateurs C_1 et C_2, car, en pratique, on peut garder entre l_3 et l_2 le même couplage (assez serré) pour une gamme assez étendue de longueurs d'onde, sans grande variation de rendement (de 265 mètres à 600 mètres dans les essais effectués).

« Ce montage a toujours été utilisé sur antenne « non accordée ».

« Je vous prie d'agréer... — R. MATHIEU. »

Sports-Records et Rocamboles. — Depuis quelques mois il pleut des records de réception à grande distance. M. X... a reçu 5 KIKI qui est

1. Voir *Onde Electrique*, n° 1, janvier 1922.

un poste à 7 000 kilomètres. Immédiatement M. Y... a reçu 6 KAKD qui est à 15 000 kilomètres. Tout de suite M. X... ou Z... ou W... a reçu 7 KOKO à 21 000 kilomètres. Comme je crois bien qu'un grand cercle méridien n'a tout de même que 40 000 kilomètres, l'onde qui est partie de 7 KOKO pour faire ses 21 000 kilomètres s'y est prise en filant du côté le plus long. Ça c'est du beau sport. Mais alors, c'est fini ? record imbattable ? plus de sport ? Pardon, et le looping ? Celui-ci nous reste. Vous verrez bientôt M. KIVA (ou un autre) recevoir *son* émission faite avec un quart de watt, la recevoir, dis-je, une fois, deux fois, trois fois, etc..., à des intervalles de tant de centièmes de seconde, strictement nécessaires et suffisants pour faire le tour de la boule. C'est le looping, vous dis-je.

Au fond ce ne serait que drôle de voir toutes les presses (spéciales, petites et grandes) enregistrer gravement ces performances, si des personnalités de valeur n'étaient tentées parfois, et dans un but louable, d'encourager, d'accréditer auprès du gros public, ces records *non contrôlés*, en les admirant par écrit. Par ailleurs, il existe des commissions qui, bien armées et qualifiées, contrôlent et homologuent les records faits sur piste ou autres lieux. Il faudrait en créer une pour records hertziens ou bien n'en pas parler parce que...

Première histoire personnelle...

Il y a deux ou trois ans, recevoir l'Amérique sur ondes courtes était chose rare et délectable. Donc un concert d'orgues devant être donné là-bas, je me levais sur le coup de 2 heures pour l'entendre, quoique cela me fit de la peine. Et je l'entendis, et comment ! pas d'orgue, du phono accompagné d'anglais qui annonçait la station à deux milles de New-York. C'était très bien. Oui... mais le surlendemain tout le monde savait qu'on avait bien joué de l'orgue à New-York, mais aussi qu'un joyeux drille d'Anglais avait joué du phono à Passy (Seine) et de ce dernier j'avais fait mes délices.

Deuxième histoire personnelle...

Il y a quelques mois, un monsieur ayant su que je faisais des émissions suivies sur ondes courtes m'écrivit, s'offrant de m'écouter régulièrement. Il ne faut jamais négliger les concours bénévoles, car je sais par expérience combien il est difficile d'avoir un observateur *sérieux* en cette partie. Donc j'accepte. J'explique longuement de quoi il s'agit : l'observation doit porter sur des points de détail, mais très importants à noter, la réception *étant certaine d'ailleurs* puisque régulière à des distances doubles et triples. Je demande d'envoyer le texte reçu. Première réponse : « Reçu très fort, reconnu indicatif, impossible lire à cause des parasites. » — Deuxième, troisième réponse, analogue. *Il* reçoit très bien et fort, mais pas de texte, bien que je manipule *pour lui* à 250 mots à l'heure au maximum. Perplexe, je lui envoie une lettre contenant le texte que je télégraphierai le lendemain à 22 heures. Groupes de chiffres manipulés au train dont va FL donnant les heures du premier et dernier battement !

Cette lettre écrite et partie, je décidais d'aller me coucher le lendemain à 21 heures. Ce que je fis strictement. Eh bien ! le surlendemain j'avais une dépêche disant que, à l'exception de quelques chiffres mal saisis à cause des parasites ! (Oh ! suavité !) le monsieur, *cette fois*, avait tout pris !!! Alors ?... J'en suis resté là avec mon observateur, et je suis devenu tout à fait méfiant sur ce terrain. D'autant qu'il y a aussi l'autosuggestion, l'hallucination et autres choses *itou*, qui peuvent exciter de braves jeunes gens à se crever pour recevoir... un indicatif d'un clandestin parisien, lequel sans malice et sans le savoir, a pris celui d'un amateur éloigné quelconque et s'amuse à faire de l'émission avec une autodyne et voilà un record établi. — 8AG.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME III

MESURES

L. PILLIER. — Nouvel ampèremètre H. F. à thermo-élément, pp. 5-11.
Diagrammes des forces électromotrices des émissions de LY, UA et ICC (2e semestre 1923), pp. 43-46.
Diagrammes des forces électromotrices des émissions de LY et UA (1er trimestre 1924), pp. 374-375.
CLAYEUX. — Etalonnage d'un ampèremètre en haute fréquence, pp. 513-515.
J. WASZIK. — Les phénomènes électrostatiques dans les détecteurs à limaille et à contacts imparfaits, pp. 535-541.
J. CAYREL. — Sur les précautions qu'il convient de prendre dans l'utilisation des thermo-couples à fils croisés en radiotechnique, pp. 548-550.
Diagrammes des forces électromotrices des émissions de LY, UA, WQL (2e trimestre de 1924), pp. 551-552.
GRANIER. — Sur l'absorption des ondes courtes, pp. 572-582.
CLAYEUX. — Ondemètre d'absorption pour poste récepteur, pp. 594-598.
Diagrammes des forces électromotrices de LY, UA, WQL, IDO (3e trimestre de 1924), pp. 599-601.

PROPAGATION

Lieutenant de vaisseau TRANIER. — Observations radioélectriques recueillies au cours d'une campagne dans le Pacifique (octobre 1922-juillet 1923), pp. 70-82 et pp. 142-152.
M. LARDRY. — Etude de l'évanouissement sur les ondes courtes, pp. 254-263.
J. GUINCHANT. — Portée des ondes. — Action de l'atmosphère, pp. 445-448.
M. LARDRY. — Etude sur les irrégularités de propagation des ondes courtes, pp. 449-466 et 502-510.
E. GHERZI. — Relèvements radiogoniométriques à Changaï, pp. 542-547.
AUSTIN. — Observations radiotélégraphiques pendant l'éclipse du soleil du 10 septembre 1923, pp. 591-594.

TUBES ÉLECTRONIQUES

Lieutenant de vaisseau BLANCHARD. — Au sujet du rendement optimum des émetteurs à triodes, pp. 83-85.
Lieutenant de vaisseau BLANCHARD. — Etablissement des avant-projets des émetteurs à triodes, pp. 337-346.
COURTINES. — L'influence de la température sur les tubes thermoioniques, pp. 521-529.

ÉMISSION

La station radiotélégraphique de Moscou-Hodinsk, pp. 203-214.
VINOGRADOW. — Les détecteurs générateurs, pp. 433-444.

RÉCEPTION

R. BARTHELEMY. — Le problème de l'alimentation des récepteurs en alternatif, pp. 12-24.
F. BEDEAU. — L'antenne ondulatoire ou antenne Beverage, pp. 86-98 et 153-164.

L. BRILLOUIN ET E. FROMY. — L'influence du brouillage sur les récepteurs à réaction, pp. 181-189, 268-278 et 299-313.
P. LAFOND. — L'amplificateur H. F. à résistances et les ondes très courtes, pp. 198-202.
R. DUBOIS. — Etude expérimentale de quelques procédés de détection des oscillations de haute fréquence, pp. 285-298 et 347-363.
J. PODLIASKY. — Alimentation des récepteurs radiophoniques par le courant alternatif du secteur, pp. 321-328.
DEVAUD et PETIT. — Note sur la détection par les lampes à trois électrodes, pp. 511-513.
NOZIÈRES et GIRAUD. — La lampe à quatre électrodes, pp. 583-590.

RADIOGONIOMÉTRIE

Commandant FRANCK. — Mesures radiogoniométriques en avion, pp. 65-69.
E. BELLINI. — Un nouveau radiogoniomètre avec levée du doute, pp. 233-253.
B. LYOT. — Etude d'un cas particulier d'effet antenne sur un cadre de radiogoniomètre, pp. 530-534.

ATMOSPHÉRIQUES

R. BUREAU. — Relations entre certains atmosphériques et les phénomènes météorologiques, pp. 385-401.
E. GHERZI. — Recherches radiogoniométriques sur la marche des typhons, pp. 491-501.

ONDES COURTES

R. MESNY. — Les ondes très courtes, pp. 24-37 et 99-110.
L. DELOY. — Communications transatlantiques sur ondes de 100 mètres, pp. 38-42.
L. DELOY. — Antennes apériodiques pour ondes courtes, pp. 110-112.
M. MALGOUZOU. — Pour recevoir les ondes très courtes (OC9), pp. 129-141.
P. LOUIS. — La station 8 BF, pp. 314-320.
A. VUIBERT. — Essais d'émission et de réception sur ondes de 35 mètres, pp. 364-374.
P. ANCELME. — Comment j'ai reçu OC9, pp. 466-469.

DIVERS

L. DELOY. — Un amateur français en Amérique (*suite)*, pp. 165-172, 470-473, et 554-560.
Lieutenant de vaisseau BLANCHARD. — Sur plusieurs extensions de la notion de résistance, pp. 190-197.
M. GUÉRITOT. — Le problème du verrouillage en télémécanique, pp. 264-267.
BRENOT, FRANCK, MIHURA. — La réglementation de la T. S. F., pp. 402-424.
L. COHEN. — Radio sur lignes, pp. 477-490.
Résultats obtenus sur les très longues distances par la Télégraphie sans fil dirigée sur ondes courtes, plus généralement connue sous le nom de « Beam system », pp. 602-608.



ANALYSES

Pour permettre de grouper les analyses indépendamment des articles de la revue, celles-ci seront désormais placées hors texte et paginées à part.

En outre, elles ne seront imprimées que sur un seul côté des pages ; elles pourront ainsi être détachées séparément et classées en fichier, selon l'ordre qui paraîtra à chacun le plus avantageux.

PROPAGATION

Mesures de signaux et de perturbations atmosphériques; au « Naval Radio-Research Laboratory » du Bureau des Standards à Washington, de mai 1922 à octobre 1923 : AUSTIN. *Proc. of Inst. of Rad. Eng.*, vol. 10, nos 5, 6; vol. 11, nos 1, 2, 3, 4, 5, 6; vol. 12, no 1. — Les mesures ont été faites d'après la méthode déjà décrite (voir *Onde Électrique*, no 10, p. 594). Voici les valeurs moyennes, maximums et minimums.

	Nauen, 12 500 m		Bordeaux, 23 400 m	
	Signaux	Atmosph.	Signaux	Atmosph.
Mai 1922 :				
F.e.m. moyenne	31	114	59	714
— maximum	50	500	200	5 800
— minimum	11	20	3,5	60
Juin 1922 :				
F.e.m. moyenne	25	276	42	478
— maximum	60	800	100	2 000
— minimum	11	17	15	50
Juillet 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	126	50	370
— maximum	56	800	100	1 000
— minimum	0	30	0	80
Août 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	286	45	322
— maximum	43	2 000	100	1 000
— minimum	0	20	0	20
Septembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	23	91	62	183
— maximum	60	600	110	1 000
— minimum	2	10	35	20
Octobre 1922 :				
F.e.m. moyenne	24	47	58	114
— maximum	43	300	95	600
— minimum	2	8	19	15
Novembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	21	64	45
— maximum	47	60	130	200
— minimum	3	6	30	10
Décembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	24	14	51.5	30
— maximum	47	40	170	60
minimum	[illegible]	4	60	8
Janvier 1923 :				
F.e.m. moyenne	26	11	49	22
— maximum	43	23	165	60
— minimum	9	4	55	6
Février 1923 :				
F.e.m. moyenne	24	8	89	16
— maximum	47	18	125	80
— minimum	5.4	1.2	65	4
Mars 1923 :				
F.e.m. moyenne	32	20	85	37
— maximum	72	155	140	268
— minimum	10	3	29	6
Avril 1923 :				
F.e.m. moyenne	20	107	19	182
— maximum	55	390	110	580
— minimum	2	8	0	15
Mai 1923 :				
F.e.m. moyenne	16	201	55	249
— maximum	51	3 000	85	3 000
— minimum	0	20	7,5	20
Juin 1923 :				
F.e.m. moyenne	15	138	84	230
— maximum	47	405	160	3 000
— minimum	0	8.5	2	15
Juillet 1923 :				
F.e.m. moyenne	20	119	87	144
— maximum	72.5	380	330	550
— minimum	0	15	0	25
Août 1923 :				
F.e.m. moyenne	16	129	78	152
— maximum	47	500	152	620
— minimum	0	10	2	15
Septembre 1923 :				
F.e.m. moyenne	27	118	132	132
— maximum	82	450	235	500
— minimum	0	10	24,5	15
Octobre 1923 :				
F.e.m. moyenne	29	51	148	62
— maximum	60	200	220	250
— minimum	2	10	39	12

De l'ensemble des observations faites pendant une année, M. L.-W. Austin déduit les remarques suivantes. Après avoir fait ressortir l'intérêt spécial de la comparaison des émissions de Bordeaux et de Nauen par suite de la grande différence de leurs longueurs d'onde, il examine successivement trois questions principales : 1° la détermination de la formule exacte pour la représentation

****

des conditions moyennes de transmission; 2° l'influence de la longueur d'onde sur le rapport entre l'intensité du signal et les perturbations atmosphériques; 3° l'influence de la longueur d'onde sur l'irrégularité du signal.

1° Pour la détermination de la formule, voir *Onde Électrique*, n° 21, p. 504.

2° Afin de comparer l'influence de la longueur d'onde sur la transmission, sans tenir compte de l'intensité d'émission aux deux stations, on a réduit les intensités de Bordeaux aux valeurs de celles de Nauen en divisant les moyennes observées par le rapport des intensités aux deux stations. Des tableaux donnent les valeurs du champ le matin et l'après-midi ainsi que les valeurs des atmosphériques correspondants.

a) Intensité des signaux suivant l'époque de l'année et l'heure de la journée. Les signaux de la matinée sont plus intenses au printemps et en été qu'en automne et en hiver. Par suite de l'affaiblissement, les signaux de l'après-midi sont beaucoup plus faibles que ceux du matin au printemps et en été, tandis qu'en hiver le contraire est légèrement marqué. D'autre part, le rapport des signaux du matin et du soir pour l'année entière est égal au rapport des deux longueurs d'onde.

b) Intensité des atmosphériques. Les atmosphériques sont pendant toute l'année plus intenses l'après-midi que le matin, sauf pendant le mois d'avril, sur 12 500 m, où de violentes perturbations dues à un orage pendant un après-midi ont élevé le rapport habituel.

c) Rapport des intensités des signaux et des atmosphériques. Ce rapport, pour la matinée, est nettement en faveur de la plus courte longueur d'onde.

3° L'irrégularité du signal est définie par le rapport de l'intensité du signal le plus fort à l'intensité du plus faible dans chaque mois. Dans l'après-midi, cette irrégularité est plus grande pour l'onde la plus courte que pour la plus longue dans le rapport de 6,2 à 4. Dans la matinée, le signal le plus intense observé pendant l'année entière est pour l'onde la plus longue treize fois plus fort que le signal le moins intense, tandis que pour l'onde la plus courte, ce rapport est égal à 24. Il a été impossible de tirer des conclusions définitives sur l'irrégularité des signaux pendant l'après-midi dans la saison de grand affaiblissement car, par suite de la faiblesse des signaux et de la force des atmosphériques, plusieurs fois, on n'entendit pas les deux stations. Ceci arriva plus souvent pour Nauen que pour Bordeaux.

Période de grand affaiblissement. — Cette période de mai à septembre inclus est la période la plus intéressante pour l'ingénieur radiotélégraphiste américain, car la plupart des difficultés dans les réceptions d'Europe surviennent à ce moment. L'affaiblissement dans l'après-midi est dû en partie à ce qui semble être une absorption atmosphérique locale, absorption accentuée dans la fin de l'après-midi en été par l'affaiblissement du signal qui suit le coucher du soleil aux stations d'émissions européennes.

On a mis séparément en tableaux les moyennes pour ces mois et on voit : 1° qu'en se basant sur le rapport de l'intensité des signaux à celle des perturbations atmosphériques, l'onde la plus courte est 2,45 fois meilleure pour la réception que la plus longue dans la matinée et que les deux longueurs d'onde sont pratiquement égales en efficacité l'après-midi; 2° que l'onde la plus courte s'évanouit dans l'après-midi 1,79 fois plus que la plus longue, ce qui est à peu près inversement proportionnel au rapport 1,87 des longueurs d'onde. Les moyennes des signaux dans l'après-midi pendant ces mois d'affaiblissement sont plutôt incertaines, car si on était sûr que Bordeaux envoyait les signaux U. R. S. I. à 3 heures, il n'était pas certain que Nauen émettait les jours où on ne l'a pas entendu. D'autre part, pendant quelques jours,

par suite de travaux urgents, on ne fit pas d'observations. Tout ceci enlève leur valeur aux chiffres de mai et du début de juin.

Les résultats pour l'année sont légèrement en désaccord avec les conclusions plus limitées faites précédemment, qui indiquaient que la longueur d'onde de 23400 m était bien supérieure à 12500 m pour la réception en été à Washington. Il semble maintenant que pendant les temps difficiles pour la réception, c'est-à-dire pendant les après-midi d'été, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques étant à peu près le même pour es deux longueurs d'onde, la grande irrégularité de la plus courte fait, sans conteste, pencher la balance en faveur de la plus longue. On peut attribuer, en partie, la grande irrégularité de Nauen à la plus grande distance que les signaux traversent au-dessus des terres avant d'atteindre l'océan, c'est-à-dire à une absorption locale à l'extrémité d'émission. Le fait que Sainte-Assise est considérablement plus constant en intensité confirme cette hypothèse.

Dans la période d'affaiblissement, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques pendant les après-midi ne semble pas laisser d'espoir pour la réception à ce moment de la journée. Mais il ne faut pas oublier qu'on n'essaye en aucune façon de diminuer l'intensité naturelle des atmosphériques. On rappelle aussi que l'affaiblissement, l'après-midi, à Washington est beaucoup plus grand que dans certains endroits plus au nord, mais, par contre, il est probable que dans certains pays tropicaux, on se trouvera dans des conditions plus mauvaises. — Abadie.

RADIOTÉLÉPHONIE

Radiotéléphonie transatlantique; Nichols, *Journal of the (British) Institution of Electrical Engineers,* juillet 1923, *Electrical Communication,* juillet 1923, p. 11 à 22. Arnold et Espenchied, *Journal of the American Institute of Electrical Engineers,* août 1923, p. 815 à 826. — Les premières communications téléphoniques à travers l'Atlantique ont été obtenues dès 1915 entre Arlington et la Tour Eiffel. Précaires et intermittentes, elles n'avaient aucun caractère commercial.

Les progrès réalisés depuis lors par l'emploi de tubes à vide sont tels, qu'une liaison duplex permanente ne paraît pas impossible à obtenir, qui permettrait à un abonné des réseaux de Londres ou de Paris, de causer avec un abonné du réseau de New-York.

En vue de déterminer les conditions pratiques et financières de son établissement, les Compagnies américaines American Telephone and Telegraph Company, Western Electric Company, Radio Corporation of America, viennent d'organiser des essais méthodiques, dont les résultats, quoique encore incomplets, sont cependant intéressants.

L'appareillage employé était d'un type tout à fait spécial, du fait qu'on avait adopté le principe de la transmission sans « courant porteur », par une seule « bande latérale », principe déjà appliqué avec succès à la téléphonie haute fréquence sur lignes [1].

La transmission comprenait deux opérations : obtention, à faible puissance, de la bande de fréquences désirée; puis amplification de cette bande jusqu'à la puissance nécessaire, de l'ordre de 150 kilowatts.

Pour réaliser la première opération, on envoie le courant microphonique dans un « modulateur différentiel (Balanced Modulator) » [2] alimenté par un oscillateur séparé, en courant à 33000 périodes. Supposant que les fréquences de la voix sont comprises entre 300 et 3000, on recueillera, à la sortie du modulateur, deux bandes de fréquences, l'une s'étendant de 33300 à 36000, l'autre de 30000 à

[1] Le principe de cette méthode a été exposé dans l'*Onde Electrique*, octobre 1923, p. 586 à 598.
[2] *Onde Electrique*, mai 1923, p. 264, p. 95.

32 700. On dispose un filtre qui élimine la première et on envoie la seconde seule dans un deuxième « modulateur différentiel » alimenté en courant à 88 500 périodes; à la sortie de celui-ci, on élimine par un autre filtre, la bande supérieure 118 500 à 121 200, et il reste la bande utile 55 800 à 58 500, correspondant à la longueur d'onde moyenne de 5 260 mètres, que l'on se propose de transmettre.

(On pourrait évidemment arriver au même résultat avec un seul modulateur alimenté en courant à 55 500 périodes; mais on aurait besoin d'un filtre très compliqué pour séparer les deux bandes, très voisines, et le dispositif ne se prêterait pas du tout aux changements de longueur d'onde.)

L'amplification de la bande de fréquences ainsi obtenue, se fait dans trois étages de triodes de puissances croissantes. Le dernier comporte en parallèle 20 tubes, susceptibles de fournir chacun 10 kilowatts. Ces tubes sont alimentés sous 10 000 volts; leur plaque est refroidie par une circulation d'eau; les parties métalliques sont soudées au verre à l'aide d'un métal spécial.

L'énergie est finalement rayonnée par une des antennes de la station de Rocky-Point.

A la réception, il est naturellement nécessaire de rétablir le courant porteur supprimé au départ; mais auparavant, on change la fréquence de l'onde reçue, comme dans une réception par « super hétérodyne ». Il en résulte certains avantages dans la facilité du réglage et le dimensionnement des filtres; la sélectivité est aussi augmentée.

Le récepteur comprend donc : un détecteur, recevant à la fois l'onde transmise et un courant local à 90 000 périodes; un filtre, supprimant les battements de la bande supérieure, et laissant passer ceux de la bande 31 500 à 34 200; un amplificateur accordé sur cette bande; un second détecteur, dans lequel cette bande se combine avec un courant porteur local à 34 500 périodes fourni par un oscillateur séparé, ce qui restitue la modulation initiale de fréquences comprises entre 300 et 3 000; enfin, un amplificateur basse fréquence.

Les auteurs affirment que la réception est sûre et facile, et que le réglage des oscillateurs à la fréquence voulue n'est pas particulièrement délicat. Ils indiquent les avantages suivants de ce système de transmission :

Economie de puissance.

Moindre encombrement de la « voie hertzienne ».

Possibilité d'avoir des circuits très syntonisés.

Protection excellente contre les parasites et les affaiblissements en cours de route.

Dans le but de déterminer la puissance nécessaire à l'établissement d'une communication permanente, on a procédé à des mesures systématiques de la force des signaux reçus et de celle des parasites. Ces mesures étaient faites par comparaison avec un émetteur local d'intensité connue. On mesurait enfin le pourcentage des mots correctement compris. Des courbes traduisent les résultats de ces mesures. On y voit :

1° Que la force électromotrice observée de jour (7,5 à 8 microvolts par mètre) est très voisine de celle calculée par la formule d'Austin-Cohen (9 microvolts par mètre).

2° Que la force électromotrice observée de nuit est beaucoup plus considérable (100 à 230 microvolts), mais ne dépasse pas la valeur qu'on calculerait en négligeant l'absorption.

3° Que le rapport signal parasite est maximum lorsque la nuit s'étend sur tout le trajet des ondes, minimum lorsque le soleil se couche entre les stations.

Les essais n'ont pas duré assez longtemps pour que l'effet saisonnier soit net. Il semble que l'on aurait avantage à employer une longueur d'onde plus grande. — P. David.

Un « Central » de Radio-diffusion à New-York, *General Electric*

Review, août 1923, p. 541. — La «.Radio Corporation of America » a récemment achevé l'installation, au cœur même de New-York, d'un « Central » de radio-diffusion consistant en deux stations émettrices juxtaposées. L'une d'elles, WJY, envoie de la musique populaire, des airs de danse, etc. sur l'onde 405 mètres; l'autre, WJZ, envoie simultanément de la musique classique, des représentations d'Opéra,... sur l'onde 455 mètres. Dans chacune de ces deux stations, on trouve plusieurs microphones, une succession d'amplificateurs microphoniques de puissances croissantes, aboutissant à deux tubes de 250 watts; ceux-ci modulent (procédé Heising) les oscillations produites par deux autres tubes semblables dans un circuit accordé; enfin, ces oscillations modulées sont transmises par induction à l'antenne.

Les studios sont situés au 6e étage de l'immeuble Aeolian Hall; les appareils transmetteurs sont sur le toit de l'immeuble, et les antennes, placées bout à bout, sont soutenues au-dessus de ce toit par deux pylônes de 40 mètres de hauteur.

Ce central est relié par des lignes spéciales aux salles de spectacle des environs, ainsi qu'à une église pour la transmission des offices, et à un terrain de sports pour tenir les auditeurs au courant des matches intéressants.

L'équipement est réalisé avec un grand luxe d'organes de contrôle et de mesure; tous les appareils sont en double à chaque station. — P. David.

Microphone pour émissions de téléphonie sans fil; P. P. Eckersley. *The Electrician*, 11 janvier 1924, p. 35. — Le microphone idéal devrait donner une amplitude de courant électrique égale pour une excitation d'amplitude égale dans toute la gamme des fréquences audibles. Mais cette gamme s'étend de 30 à 10 000 périodes par seconde, et les matériaux de construction, aussi bien de la membrane vibrante que des parties accessoires, présentent des fréquences de résonances amenant des déformations très gênantes. A l'ancienne solution qui cherchait un compromis entre la sensibilité et la fidélité de reproduction, on préfère maintenant celle qui consiste à sacrifier la sensibilité, l'emploi des triodes permettant d'obtenir l'amplification nécessaire, sans distorsion appréciable. Toutefois, cette amplification est limitée par la naissance ou l'amplification de bruits parasites qui constituent un « fond » aux sons à transmettre et finissent par les couvrir.

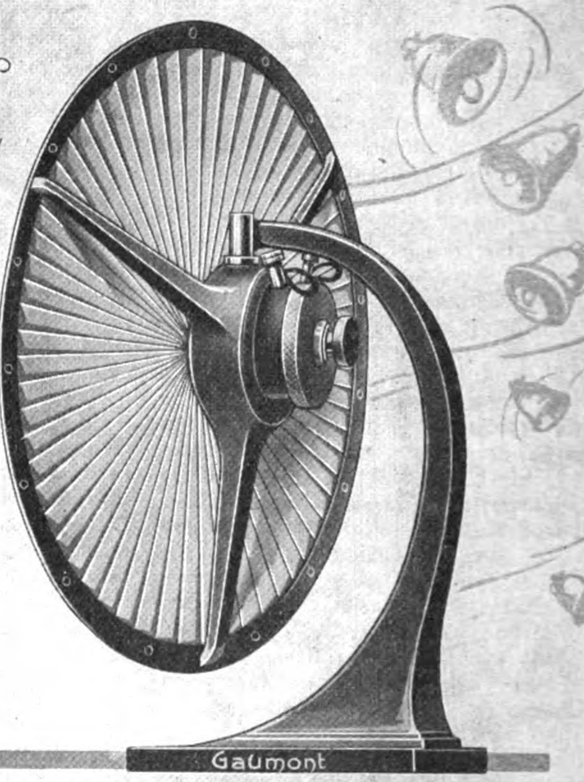
L'auteur décrit deux types de microphones actuellement très employés. Le premier est dû à la Western; c'est un microphone à grenaille, mais travaillant différentiellement; la membrane est tendue de façon à ne pas présenter de résonance au-dessous de 10 000 périodes. L'amplificateur, généralement à trois étages, est construit de façon à ce que les triodes travaillent sur les parties droites de leurs caractéristiques, et sans courant grille appréciable; l'amplification est rendue variable de façon à parer aux différences d'intensités des excitations sonores à l'entrée du microphone.

L'autre type de microphone, qui fonctionne à la station de Londres, est dû à Sykes et Round de la Compagnie Marconi. Il se compose d'une bague de fil d'aluminium placée dans un champ magnétique de forte intensité. La bague est mobile sous l'action de la parole, et son déplacement dans le champ magnétique provoque des courants induits. Dans ces conditions, la force électromotrice induite varie sensiblement comme $\frac{1}{f}$ et les fréquences basses sont favorisées. Pour y remédier, la première lampe de l'amplificateur est montée en « correctrice » (liaison inductance, capacité appropriée) de façon à transmettre aux étages suivants une tension alternative sensiblement proportionnelle à la fréquence. La combinaison du microphone et de la lampe correctrice est ainsi sensiblement in-



Le Cadeau de Pâques





PUISSANCE
PURETÉ
ÉLÉGANCE
SOLIDITÉ

EN VENTE DANS TOUTES LES BONNES MAISONS DE **T.S.F**
ENVOI FRANCO DE LA NOTICE I — BREVETÉ S.G.D.G

Etablissements Gaumont



57, Rue St Roch, PARIS (1er Arrondt)

TÉLÉPHONE: CENTRAL 30 87 — TÉLÉGRAPHE: OBJECTIF-PARIS

R.C. Seine : 23180

dépendante de la fréquence. Le reste de l'amplification se fait par résistance-capacité pour éviter les déformations introduites par des transformations devant fonctionner dans une gamme étendue.

Pour achever de donner à l'audition une impression de parfaite reproduction, il faut que le récepteur soit construit de façon à favoriser certaines fréquences réclamées par l'oreille, ce qui exige des haut-parleurs à faible rendement. L'auteur souhaite que les constructeurs sacrifient désormais à l'impression de force qui ne peut s'obtenir sans s'accompagner de déformation, celle de pureté qui est nécessaire à l'avenir artistique des transmissions par téléphonie sans fil. — CLAVIER.

Un microphone sans diaphragme pour la radiotéléphonie; PHILIPPS THOMAS. *Journ. of A. I. E. E.*, mars 1923, p. 219. — Les inconvénients des microphones à grenaille de charbon sont bien connus. Après avoir d'abord cherché à les atténuer, l'auteur a renoncé à leur emploi et s'est proposé de construire sur un principe nouveau, un microphone sans diaphragme.

Il a d'abord cherché à utiliser les phénomènes d'ionisation de l'air, mais n'a pas abouti à un résultat intéressant. Il a essayé ensuite de faire moduler par les ondes sonores, la décharge que l'on obtient dans l'air entre deux électrodes très rapprochées soumises à une différence de potentiel de 200 à 1 000 volts. En prenant la précaution d'empêcher la formation d'un arc (par l'adjonction de résistances en série), on peut obtenir un courant de plusieurs milliampères, très régulier dans un air calme, mais qui varie notablement sous l'influence des moindres variations de pression.

Ce système peut donc constituer un microphone sensible et de très faible inertie. Mais pour en tirer le meilleur parti possible, il a fallu en étudier à fond toutes les propriétés et le construire avec grand soin. L'appareil définitif est tout d'abord protégé efficacement des courants d'air, qui exerceraient naturellement un effet néfaste sur la modulation. Les électrodes, facilement interchangeables, sont constituées d'un alliage spécial. La variation de tension produite par la parole n'est pas prise entre ces deux électrodes elles-mêmes, mais entre l'une d'elles et une troisième électrode, perforée, intercalée sur le trajet de la décharge. La position de cette électrode supplémentaire joue un rôle capital; c'est elle qui détermine la sensibilité du microphone aux diverses fréquences acoustiques. Pour une certaine position, la sensibilité ne dépend pas de la fréquence, la modulation est théoriquement parfaite. Si l'on déplace l'électrode supplémentaire dans un sens ou dans l'autre, on exagère, à volonté, la sensibilité soit pour les fréquences basses, soit pour les fréquences élevées. On peut ainsi, dans une certaine mesure, corriger les défauts inévitables des récepteurs habituels, et obtenir en fin de compte une reproduction plus fidèle encore.

L'appareil serait depuis plusieurs mois en usage à la station K D K A. — P. DAVID.

DIVERS

Téléphonie Haute fréquence sur lignes de transport de force; E. AUSTIN. *General Electric Review*, juin 1923, p. 424-435. — La radiotéléphonie sur fils est avantageuse pour relier entre elles les stations génératrices et distributrices d'un réseau haute tension. Par rapport aux lignes téléphoniques ordinaires portées par les pylônes du réseau, elle donne plus de sécurité vis-à-vis des contacts accidentels avec la haute tension, et elle évite les bruits parasites assez fréquents dus aux perturbations et mauvais isolements. Par rapport à la radiotéléphonie non dirigée, elle permet l'économie d'une certaine puissance, et celle d'un opérateur spécialisé, tout en diminuant les risques de brouillage.



PLUS DE LONGS RÉGLAGES
AQUOI VOUS SERT UN APPAREIL PUISSANT S'IL VOUS EST IMPOSSIBLE DE L'ACCORDER ?
D'innombrables amateurs emettent chaque jour sur des longueurs d'onde variant de 100 à 200m.
NOTRE ONDEMÈTRE DE PRÉCISION VOUS PERMETTRA UN RÉGLAGE PRÉCIS ET INSTANTANÉ
L'ANTENNE
51, Avenue Victor Emmanuel III
Paris
Notice spéciale franco sur demande
EMISSION ET RÉCEPTION 275 FRS
DE 100 A 5500 MÈTRES DE LONGUEUR D'ONDE

L'auteur examine d'abord les conditions techniques du problème. Il rappelle que l'énergie nécessaire à une communication entre deux stations distantes de L est proportionnelle à :

$$e^{aL}$$

donc croît rapidement avec la distance. Le coefficient a dépend des constantes de la ligne, qui sont très variables.

D'autre part, la communication doit être obtenue, soit lorsque la ligne est connectée aux transformateurs, soit lorsqu'elle en est séparée et mise à la terre (c'est-à-dire lorsque l'impédance à l'extrémité de la ligne est très grande ou très petite). Il faut donc que le couplage entre le système haute fréquence et la ligne se fasse à une certaine distance de l'extrémité. Pour cette raison, et aussi vu le prix élevé des condensateurs pour très hautes tensions, le meilleur moyen de réaliser ce couplage est de prendre comme antenne du système haute fréquence un fil de 300 à 600 mètres de longueur, tendu parallèlement aux fils de la ligne, avec le même écartement et le même isolement qu'un fil de ligne supplémentaire. Sur ce fil on place en outre des fusibles, parafoudres, etc., comme sécurité en cas de contact accidentel avec la haute tension.

Le couplage ainsi réalisé est suffisant pour qu'une puissance de 50 watts permette de communiquer à 86 milles (135 km), sur une ligne ininterrompue.

Si la ligne comporte des transformateurs intermédiaires, on peut admettre que chacun équivaut à un accroissement de 10 milles de longueur. De même, un embranchement doit être compté comme 10 à 25 milles supplémentaires. Les interrupteurs ou sectionneurs n'apportent aucun affaiblissement, si l'on a soin de tendre parallèlement aux deux parties qu'ils séparent, deux fils analogues aux précédents et réunis par une inductance d'accord. Le « pont » ainsi constitué laisse passer la haute fréquence. On peut aussi à l'aide d'un « pont » analogue, placé au croisement de deux lignes indépendantes, faire communiquer deux réseaux distincts.

L'auteur donne la description de deux ensembles émetteurs-récepteurs, réalisés par la General Electric Co. L'un de puissance 50 watts a déjà été installé à une cinquantaine d'exemplaires. Le second est de puissance 250 watts. Aucun d'eux n'est duplex, c'est-à-dire qu'il faut une manœuvre pour passer de l'écoute à la transmission. Cette manœuvre, d'ailleurs, est fort simple, et se réduit à l'abaissement d'une manette. Pour recevoir l'appel du correspondant, on laisse constamment branché et allumé un amplificateur à trois étages, actionnant un relai très sensible. Cet amplificateur se trouve mis hors circuit, et remplacé par un amplificateur téléphonique à 2 étages lorsqu'on décroche le récepteur. En même temps, le groupe moteur-générateur qui fournit la haute tension des triodes émettrices, se met en marche automatiquement. Le poste une fois réglé peut donc être employé par le premier venu.

Bien entendu, aucune communication haute fréquence n'est possible sur des câbles souterrains, vu leur énorme capacité.

L'auteur estime que la gamme d'ondes convenant à ce genre de communications s'étend de 12.000 à 100.000 cycles (25.000 à 3.000 mètres). Sa répartition devra être étudiée minutieusement, si l'on veut étendre l'emploi de ce procédé à tous les réseaux existant. — P. David.

Téléphonie haute fréquence sur lignes de transport de force; Erich Habann, *Jahrbuch*, octobre 1923, p. 142-155. — Les considérations développées par l'auteur sont assez différentes de celles analysées ci-dessus.

L'auteur estime qu'il n'est pas avantageux de faire propager le champ électromagnétique entre l'ensemble de la ligne d'une part, et la terre d'autre part. La terre, en effet, présente une résistance appréciable,

qui varie d'ailleurs avec les circonstances atmosphériques. Il en résulte un affaiblissement variable de la transmission.

Pour éviter cet inconvénient, on peut transmettre les courants à haute fréquence sur deux des fils de ligne, comme des courants alternatifs ordinaires; le champ électromagnétique est alors localisé entre ces fils.

L'affaiblissement est naturellement très variable suivant les caractéristiques de la ligne. Un même ensemble émetteur récepteur donnerait sur différentes lignes les portées suivantes :

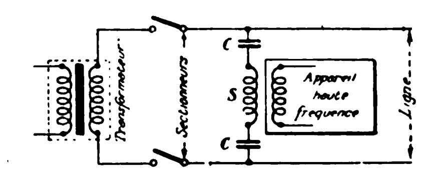
Nature de la ligne	Portée
—	—
Câble téléphonique isolé au papier.	8 km 8
Ligne aérienne *en fer*. . . .	7 km 3
Ligne téléphonique ordinaire	242 km
Ligne de transport de force, en aluminium pour 15.000 volts	4 338 km
Ligne à 100.000 volts, onze conducteurs aluminium de 70 millimètres carrés . . .	5 804 km

L'affaiblissement croît rapidement avec la fréquence; il y a donc là une raison pour employer de préférence les grandes longueurs d'onde. Une autre raison est que les transformateurs industriels présentent entre phases une capacité de l'ordre de deux millièmes de microfarad, laquelle forme pour la haute fréquence un passage d'autant meilleur que l'onde est plus courte. Pour ces raisons l'auteur recommande les ondes très longues, jusqu'à 25.000 mètres.

Il y a intérêt à ce que la résistance du récepteur soit égale à l'impédance caractéristique de la ligne, afin d'éviter la production d'ondes stationnaires.

Les lignes secondaires qui divergent de la ligne principale entraînent une perte assez grande; on a constaté qu'une ligne de 64 km avec 5 embranchements équivalait à 300 km de ligne isolée.

L'auteur décrit les procédés de couplage qu'il emploie et qui sont schématisés par la fig. 1. L'inductance S est variable et doit être changée lorsqu'on sépare la ligne du transformateur. Les capacités C sont de l'ordre de 4 millièmes



D'autres montages plus compliqués permettent de franchir les interrupteurs ou de travailler avec deux longueurs d'onde.

Bien entendu, si l'on met à la terre l'un des fils de ligne, l'autre ne doit y être mis qu'à travers un circuit bouchon pour la haute fréquence.

Un dispositif d'appel est prévu; il consiste en un amplificateur actionnant un relai sensible. Par mesure de sécurité, la sonnerie d'appel fonctionne lorque l'amplificateur cesse de donner du courant (batteries déchargées, lampe éteinte, etc.).

L'auteur recommande d'employer beaucoup de puissance à l'émission pour ne pas être obligé d'amplifier fortement à la réception. — P. David.

par suite de travaux urgents, on ne fit pas d'observations. Tout ceci enlève leur valeur aux chiffres de mai et du début de juin.

Les résultats pour l'année sont légèrement en désaccord avec les conclusions plus limitées faites précédemment, qui indiquaient que la longueur d'onde de 23 400 m était bien supérieure à 12 500 m pour la réception en été à Washington. Il semble maintenant que pendant les temps difficiles pour la réception, c'est-à-dire pendant les après-midi d'été, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques étant à peu près le même pour es deux longueurs d'onde, la grande irrégularité de la plus courte fait, sans conteste, pencher la balance en faveur de la plus longue. On peut attribuer, en partie, la grande irrégularité de Nauen à la plus grande distance que les signaux traversent au-dessus des terres avant d'atteindre l'océan, c'est-à-dire à une absorption locale à l'extrémité d'émission. Le fait que Sainte-Assise est considérablement plus constant en intensité confirme cette hypothèse.

Dans la période d'affaiblissement, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques pendant les après-midi ne semble pas laisser d'espoir pour la réception à ce moment de la journée. Mais il ne faut pas oublier qu'on n'essaye en aucune façon de diminuer l'intensité naturelle des atmosphériques. On rappelle aussi que l'affaiblissement, l'après-midi, à Washington est beaucoup plus grand que dans certains endroits plus au nord, mais, par contre, il est probable que dans certains pays tropicaux, on se trouvera dans des conditions plus mauvaises. — Abadie.

RADIOTÉLÉPHONIE

Radiotéléphonie transatlantique; Nichols, *Journal of the (British) Institution of Electrical Engineers*, juillet 1923, *Electrical Communication*, juillet 1923, p. 11 à 22. Arnold et Espenchied, *Journal of the American Institute of Electrical Engineers*, août 1923, p. 815 à 826. — Les premières communications téléphoniques à travers l'Atlantique ont été obtenues dès 1915 entre Arlington et la Tour Eiffel. Précaires et intermittentes, elles n'avaient aucun caractère commercial.

Les progrès réalisés depuis lors par l'emploi de tubes à vide sont tels, qu'une liaison duplex permanente ne paraît pas impossible à obtenir, qui permettrait à un abonné des réseaux de Londres ou de Paris, de causer avec un abonné du réseau de New-York.

En vue de déterminer les conditions pratiques et financières de son établissement, les Compagnies américaines American Telephone and Telegraph Company, Western Electric Company, Radio Corporation of America, viennent d'organiser des essais méthodiques, dont les résultats, quoique encore incomplets, sont cependant intéressants.

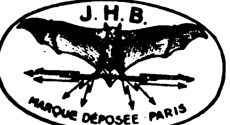
L'appareillage employé était d'un type tout à fait spécial, du fait qu'on avait adopté le principe de la transmission sans « courant porteur », par une seule « bande latérale », principe déjà appliqué avec succès à la téléphonie haute fréquence sur lignes [1].

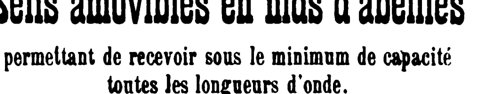
La transmission comprenait deux opérations : obtention, à faible puissance, de la bande de fréquences désirée; puis amplification de cette bande jusqu'à la puissance nécessaire, de l'ordre de 150 kilowatts.

Pour réaliser la première opération, on envoie le courant microphonique dans un « modulateur différentiel (Balanced Modulator) » [2] alimenté par un oscillateur séparé, en courant à 33 000 périodes. Supposant que les fréquences de la voix sont comprises entre 300 et 3 000, on recueillera, à la sortie du modulateur, deux bandes de fréquences, l'une s'étendant de 33 300 à 36 000, l'autre de 30 000 à

[1] Le principe de cette méthode a été exposé dans *l'Onde Electrique*, octobre 1923, p. 580 à 598.
[2] *Onde Electrique*, mai 1923, p. 264, p. 95.

La réception la plus rationnelle est obtenue par les



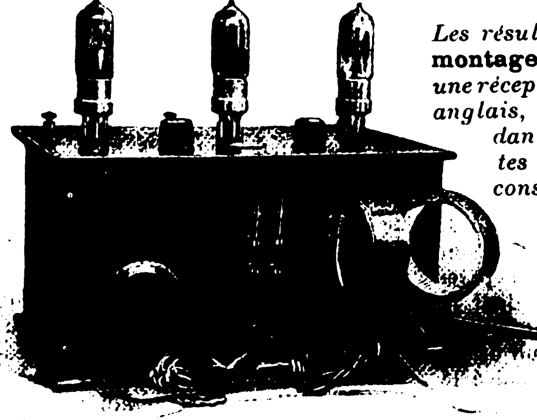




permettant de recevoir sous le minimum de capacité toutes les longueurs d'onde.

Nombre de spires.	LONGUEURS D'ONDE avec 1/1090 de m. c. f.	PRIX DES BOBINES Nues	Avec montures.
25	de 150 à 250 mètres	3 »	10 »
35	de 180 à 450 —	3.25	10.25
50	de 250 à 700 —	3.50	10.50
75	de 400 à 900 —	3.75	10.75
100	de 500 à 1400 —	4 »	11 »
125	de 550 à 1750 —	4.50	11.50
150	de 600 à 1000 —	5 »	12 »
200	de 900 à 2500 —	6 »	13 »
250	de 1200 à 3500 —	6.50	13.50
300	de 1500 à 4590 —	6.75	13.75
400	de 2000 à 5000 —	8.75	15.75
600	de 4000 à 10000 —	10 »	17 »
1000	Pour la superrégénération	18 »	26 »
1250	— —	20 »	28 »
1500	— —	24 »	32 »

SUPPORTS ARTICULÉS DE COUPLAGE, avec levier d'entraînement
A deux prises : Frs 17 — A trois prises : Frs 28



Les résultats obtenus avec nos **nouveaux montages** *nous autorisent à garantir une réception parfaite des radio-concerts anglais, en haut-parleur à Paris et dans toute la France, avec nos postes à* **2 et 3 lampes,** *ce qui constitue un record dans le rendement, jamais atteint jusqu'ici par aucun poste similaire.*

(Des auditions démonstratives sont données tous les soirs entre 6 et 8 heures, dans notre magasin, avenue des Ternes, auxquelles nous convions les amateurs.)

Poste PB3 à 3 lampes avec jeu de 6 bobines... ... ... Frs **550**

Panneau avant et couvercle en ébonite Jacks permettant la réception à 1, 2 ou 3 lampes, fiche Pilac supprimant les bornes.

TOUS RENSEIGNEMENTS ET TARIFS A LA DEMANDE

J. H. BERRENS, 86, avenue des Ternes, PARIS (17e)

Tél. WAGRAM 17-33 — Télégrammes : BERRENSEB-PARIS

Registre du Commerce : Seine N° 30.048

par suite de travaux urgents, on ne fit pas d'observations. Tout ceci enlève leur valeur aux chiffres de mai et du début de juin.

Les résultats pour l'année sont légèrement en désaccord avec les conclusions plus limitées faites précédemment, qui indiquaient que la longueur d'onde de 23400 m était bien supérieure à 12500 m pour la réception en été à Washington. Il semble maintenant que pendant les temps difficiles pour la réception, c'est-à-dire pendant les après-midi d'été, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques étant à peu près le même pour les deux longueurs d'onde, la grande irrégularité de la plus courte fait, sans conteste, pencher la balance en faveur de la plus longue. On peut attribuer, en partie, la grande irrégularité de Nauen à la plus grande distance que les signaux traversent au-dessus des terres avant d'atteindre l'océan, c'est-à-dire à une absorption locale à l'extrémité d'émission. Le fait que Sainte-Assise est considérablement plus constant en intensité confirme cette hypothèse.

Dans la période d'affaiblissement, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques pendant les après-midi ne semble pas laisser d'espoir pour la réception à ce moment de la journée. Mais il ne faut pas oublier qu'on n'essaye en aucune façon de diminuer l'intensité naturelle des atmosphériques. On rappelle aussi que l'affaiblissement, l'après-midi, à Washington est beaucoup plus grand que dans certains endroits plus au nord, mais, par contre, il est probable que dans certains pays tropicaux, on se trouvera dans des conditions plus mauvaises. — Abadie.

RADIOTÉLÉPHONIE

Radiotéléphonie transatlantique; Nichols, *Journal of the (British) Institution of Electrical Engineers,* juillet 1923, *Electrical Communication,* juillet 1923, p. 11 à 22. Arnold et Espenchied, *Journal of the American Institute of Electrical Engineers,* août 1923, p. 815 à 826. — Les premières communications téléphoniques à travers l'Atlantique ont été obtenues dès 1915 entre Arlington et la Tour Eiffel. Précaires et intermittentes, elles n'avaient aucun caractère commercial.

Les progrès réalisés depuis lors par l'emploi de tubes à vide sont tels, qu'une liaison duplex permanente ne paraît pas impossible à obtenir, qui permettrait à un abonné des réseaux de Londres ou de Paris, de causer avec un abonné du réseau de New-York.

En vue de déterminer les conditions pratiques et financières de son établissement, les Compagnies américaines American Telephone and Telegraph Company, Western Electric Company, Radio Corporation of America, viennent d'organiser des essais méthodiques, dont les résultats, quoique encore incomplets, sont cependant intéressants.

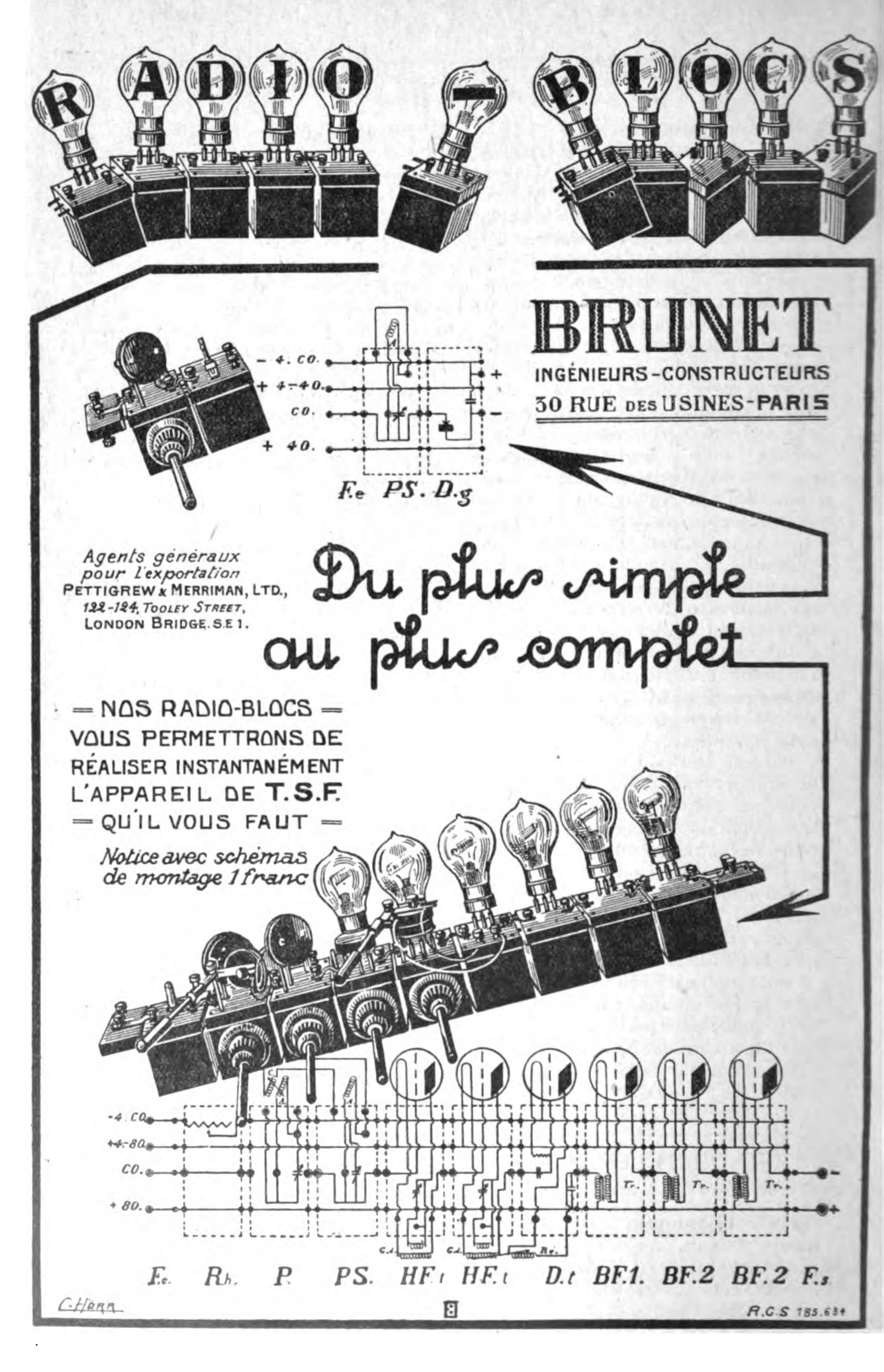
L'appareillage employé était d'un type tout à fait spécial, du fait qu'on avait adopté le principe de la transmission sans « courant porteur », par une seule « bande latérale », principe déjà appliqué avec succès à la téléphonie haute fréquence sur lignes [1].

La transmission comprenait deux opérations : obtention, à faible puissance, de la bande de fréquences désirée; puis amplification de cette bande jusqu'à la puissance nécessaire, de l'ordre de 150 kilowatts.

Pour réaliser la première opération, on envoie le courant microphonique dans un « modulateur différentiel (Balanced Modulator) » [2] alimenté par un oscillateur séparé, en courant à 33000 périodes. Supposant que les fréquences de la voix sont comprises entre 300 et 3000, on recueillera, à la sortie du modulateur, deux bandes de fréquences, l'une s'étendant de 33300 à 36000, l'autre de 30000 à

[1] Le principe de cette méthode a été exposé dans *l'Onde Electrique*, octobre 1923, p. 580 à 598.

[2] *Onde Electrique*, mai 1923, p. 264, p. 95.


RADIO-BLOCS
BRUNET
INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS
30 RUE DES USINES-PARIS
Fe PS. Dg
Agents généraux
pour l'exportation
PETTIGREW & MERRIMAN, LTD.,
122-124, TOOLEY STREET,
LONDON BRIDGE, S.E 1.
Du plus simple
au plus complet
= NOS RADIO-BLOCS =
VOUS PERMETTRONS DE
RÉALISER INSTANTANÉMENT
L'APPAREIL DE T.S.F.
= QU'IL VOUS FAUT =
Notice avec schémas
de montage 1 franc
Fe. Rh. P. PS. HF.t HF.t D.t BF.1. BF.2 BF.2 F.s
C. Hérr
R.C.S 185.634

32 700. On dispose un filtre qui élimine la première et on envoie la seconde seule dans un deuxième « modulateur différentiel » alimenté en courant à 88 500 périodes; à la sortie de celui-ci, on élimine par un autre filtre, la bande supérieure 118 500 à 121 200, et il reste la bande utile 55 800 à 58 500, correspondant à la longueur d'onde moyenne de 5 260 mètres, que l'on se propose de transmettre.

(On pourrait évidemment arriver au même résultat avec un seul modulateur alimenté en courant à 55 500 périodes; mais on aurait besoin d'un filtre très compliqué pour séparer les deux bandes, très voisines, et le dispositif ne se prêterait pas du tout aux changements de longueur d'onde.)

L'amplification de la bande de fréquences ainsi obtenue, se fait dans trois étages de triodes de puissances croissantes. Le dernier comporte en parallèle 20 tubes, susceptibles de fournir chacun 10 kilowatts. Ces tubes sont alimentés sous 10 000 volts; leur plaque est refroidie par une circulation d'eau; les parties métalliques sont soudées au verre à l'aide d'un métal spécial.

L'énergie est finalement rayonnée par une des antennes de la station de Rocky-Point.

A la réception, il est naturellement nécessaire de rétablir le courant porteur supprimé au départ; mais auparavant, on change la fréquence de l'onde reçue, comme dans une réception par « super hétérodyne ». Il en résulte certains avantages dans la facilité du réglage et le dimensionnement des filtres; la sélectivité est aussi augmentée.

Le récepteur comprend donc : un détecteur, recevant à la fois l'onde transmise et un courant local à 90 000 périodes; un filtre, supprimant les battements de la bande supérieure, et laissant passer ceux de la bande 31 500 à 34 200; un amplificateur accordé sur cette bande; un second détecteur, dans lequel cette bande se combine avec un courant porteur local à 34 500 périodes fourni par un oscillateur séparé, ce qui restitue la modulation initiale de fréquences comprises entre 300 et 3 000; enfin, un amplificateur basse fréquence.

Les auteurs affirment que la réception est sûre et facile, et que le réglage des oscillateurs à la fréquence voulue n'est pas particulièrement délicat. Ils indiquent les avantages suivants de ce système de transmission :

Economie de puissance.

Moindre encombrement de la « voie hertzienne ».

Possibilité d'avoir des circuits très syntonisés.

Protection excellente contre les parasites et les affaiblissements en cours de route.

Dans le but de déterminer la puissance nécessaire à l'établissement d'une communication permanente, on a procédé à des mesures systématiques de la force des signaux reçus et de celle des parasites. Ces mesures étaient faites par comparaison avec un émetteur local d'intensité connue. On mesurait enfin le pourcentage des mots correctement compris. Des courbes traduisent les résultats de ces mesures. On y voit :

1° Que la force électromotrice observée de jour (7,5 à 8 microvolts par mètre) est très voisine de celle calculée par la formule d'Austin-Cohen (9 microvolts par mètre).

2° Que la force électromotrice observée de nuit est beaucoup plus considérable (100 à 230 microvolts), mais ne dépasse pas la valeur qu'on calculerait en négligeant l'absorption.

3° Que le rapport signal parasite est maximum lorsque la nuit s'étend sur tout le trajet des ondes, minimum lorsque le soleil se couche entre les stations.

Les essais n'ont pas duré assez longtemps pour que l'effet saisonnier soit net. Il semble que l'on aurait avantage à employer une longueur d'onde plus grande. — P. David.

Un « Central » de Radio-diffusion à New-York, *General Electric*

Review, août 1923, p. 541. — La « Radio Corporation of America » a récemment achevé l'installation, au cœur même de New-York, d'un « Central » de radio-diffusion consistant en deux stations émettrices juxtaposées. L'une d'elles, WJY, envoie de la musique populaire, des airs de danse, etc. sur l'onde 405 mètres; l'autre, WJZ, envoie simultanément de la musique classique, des représentations d'Opéra,... sur l'onde 455 mètres. Dans chacune de ces deux stations, on trouve plusieurs microphones, une succession d'amplificateurs microphoniques de puissances croissantes, aboutissant à deux tubes de 250 watts; ceux-ci modulent (procédé Heising) les oscillations produites par deux autres tubes semblables dans un circuit accordé; enfin, ces oscillations modulées sont transmises par induction à l'antenne.

Les studios sont situés au 6e étage de l'immeuble Aeolian Hall; les appareils transmetteurs sont sur le toit de l'immeuble, et les antennes, placées bout à bout, sont soutenues au-dessus de ce toit par deux pylônes de 40 mètres de hauteur.

Ce central est relié par des lignes spéciales aux salles de spectacle des environs, ainsi qu'à une église pour la transmission des offices, et à un terrain de sports pour tenir les auditeurs au courant des matches intéressants.

L'équipement est réalisé avec un grand luxe d'organes de contrôle et de mesure; tous les appareils sont en double à chaque station. — P. DAVID.

Microphone pour émissions de téléphonie sans fil; P. P. ECKERSLEY. *The Electrician*, 11 janvier 1924, p. 35. — Le microphone idéal devrait donner une amplitude de courant électrique égale pour une excitation d'amplitude égale dans toute la gamme des fréquences audibles. Mais cette gamme s'étend de 30 à 10 000 périodes par seconde, et les matériaux de construction, aussi bien de la membrane vibrante que des parties accessoires, présentent des fréquences de résonances amenant des déformations très gênantes. A l'ancienne solution qui cherchait un compromis entre la sensibilité et la fidélité de reproduction, on préfère maintenant celle qui consiste à sacrifier la sensibilité, l'emploi des triodes permettant d'obtenir l'amplification nécessaire, sans distorsion appréciable. Toutefois, cette amplification est limitée par la naissance ou l'amplification de bruits parasites qui constituent un « fond » aux sons à transmettre et finissent par les couvrir.

L'auteur décrit deux types de microphones actuellement très employés. Le premier est dû à la Western; c'est un microphone à grenaille, mais travaillant différentiellement; la membrane est tendue de façon à ne pas présenter de résonance au-dessous de 10 000 périodes. L'amplificateur, généralement à trois étages, est construit de façon à ce que les triodes travaillent sur les parties droites de leurs caractéristiques, et sans courant grille appréciable; l'amplification est rendue variable de façon à parer aux différences d'intensités des excitations sonores à l'entrée du microphone.

L'autre type de microphone, qui fonctionne à la station de Londres, est dû à Sykes et Round de la Compagnie Marconi. Il se compose d'une bague de fil d'aluminium placée dans un champ magnétique de forte intensité. La bague est mobile sous l'action de la parole, et son déplacement dans le champ magnétique provoque des courants induits. Dans ces conditions, la force électromotrice induite varie sensiblement comme $\frac{1}{f}$ et les fréquences basses sont favorisées. Pour y remédier, la première lampe de l'amplificateur est montée en « correctrice » (liaison inductance, capacité appropriée) de façon à transmettre aux étages suivants une tension alternative sensiblement proportionnelle à la fréquence. La combinaison du microphone et de la lampe correctrice est ainsi sensiblement in-

ANALYSES

Pour permettre de grouper les analyses indépendamment des articles de la revue, celles-ci seront désormais placées hors texte et paginées à part.

En outre, elles ne seront imprimées que sur un seul côté des pages ; elles pourront ainsi être détachées séparément et classées en fichier, selon l'ordre qui paraîtra à chacun le plus avantageux.

PROPAGATION

Mesures de signaux et de perturbations atmosphériques; au « Naval Radio-Research Laboratory » du Bureau des Standards à Washington, de mai 1922 à octobre 1923 : AUSTIN. *Proc. of Inst. of Rad. Eng.*, vol. 10, n°s 5, 6; vol. 11, n°s 1, 2, 3, 4, 5, 6; vol. 12, n° 1. — Les mesures ont été faites d'après la méthode déjà décrite (voir *Onde Électrique*, n° 10, p. 594). Voici les valeurs moyennes, maximums et minimums.

	Nauen, 12 500 m		Bordeaux, 23 400 m	
	Signaux	Atmosph.	Signaux	Atmosph.
Mai 1922 :				
F.e.m. moyenne	31	114	59	714
— maximum	50	500	200	5 800
— minimum	11	20	3,5	60
Juin 1922 :				
F.e.m. moyenne	25	276	42	478
— maximum	60	800	100	2 000
— minimum	11	17	15	50
Juillet 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	126	50	370
— maximum	56	800	100	1 000
— minimum	0	30	0	80
Août 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	286	45	322
— maximum	43	2 000	100	1 000
— minimum	0	20	0	20
Septembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	23	91	62	183
— maximum	60	600	110	1 000
— minimum	2	10	35	20
Octobre 1922 :				
F.e.m. moyenne	24	47	58	114
— maximum	43	300	95	600
— minimum	2	8	19	15
Novembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	21	64	45
— maximum	47	60	120	200
— minimum	3	6	20	10
Décembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	24	14	51,5	30
— maximum	47	40	170	60
minimum	[illegible] 5	4	60	8
Janvier 1923 :				
F.e.m. moyenne	26	11	49	22
— maximum	43	23	165	60
— minimum	9	4	55	6
Février 1923 :				
F.e.m. moyenne	24	8	89	16
— maximum	47	18	125	80
— minimum	5,4	1,2	65	4
Mars 1923 :				
F.e.m. moyenne	32	20	85	37
— maximum	72	155	140	268
— minimum	10	3	29	6
Avril 1923 :				
F.e.m. moyenne	20	107	19	182
— maximum	55	390	110	580
— minimum	2	8	0	15
Mai 1923 :				
F.e.m. moyenne	16	201	55	249
— maximum	51	3 000	85	3 000
— minimum	0	20	7,5	20
Juin 1923 :				
F.e.m. moyenne	15	138	84	230
— maximum	47	405	160	3 000
— minimum	0	8.5	2	15
Juillet 1923 :				
F.e.m. moyenne	20	119	87	144
— maximum	72.5	380	330	550
— minimum	0	15	0	25
Août 1923 :				
F.e.m. moyenne	16	129	78	152
— maximum	47	500	152	620
— minimum	0	10	2	15
Septembre 1923 :				
F.e.m. moyenne	27	118	132	132
— maximum	82	450	235	500
— minimum	0	10	24,5	15
Octobre 1923 :				
F.e.m. moyenne	29	51	148	62
— maximum	60	200	220	250
— minimum	2	10	39	12

De l'ensemble des observations faites pendant une année, M. L.-W. Austin déduit les remarques suivantes. Après avoir fait ressortir l'intérêt spécial de la comparaison des émissions de Bordeaux et de Nauen par suite de la grande différence de leurs longueurs d'onde, il examine successivement trois questions principales : 1° la détermination de la formule exacte pour la représentation

****

ANALYSES

Pour permettre de grouper les analyses indépendamment des articles de la revue, celles-ci seront désormais placées hors texte et paginées à part.

En outre, elles ne seront imprimées que sur un seul côté des pages ; elles pourront ainsi être détachées séparément et classées en fichier, selon l'ordre qui paraîtra à chacun le plus avantageux.

PROPAGATION

Mesures de signaux et de perturbations atmosphériques; au « Naval Radio-Research Laboratory » du Bureau des Standards à Washington, de mai 1922 à octobre 1923 : Austin. *Proc. of Inst. of Rad. Eng.*, vol. 10, nos 5, 6; vol. 11, nos 1, 2, 3, 4, 5, 6; vol. 12, no 1. — Les mesures ont été faites d'après la méthode déjà décrite (voir *Onde Électrique*, no 10, p. 594). Voici les valeurs moyennes, maximums et minimums.

	Nauen, 12 500 m		Bordeaux, 23 400 m	
	Signaux	Atmosph.	Signaux	Atmosph.
Mai 1922 :				
F.e.m. moyenne	31	114	59	714
— maximum	50	500	200	5 800
— minimum	11	20	3,5	60
Juin 1922 :				
F.e.m. moyenne	25	276	42	478
— maximum	60	800	100	2 000
— minimum	11	17	15	50
Juillet 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	126	50	370
— maximum	56	800	100	1 000
— minimum	0	30	0	80
Août 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	286	45	322
— maximum	43	2 000	100	1 000
— minimum	0	20	0	20
Septembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	23	91	62	183
— maximum	60	600	110	1 000
— minimum	2	10	35	20
Octobre 1922 :				
F.e.m. moyenne	24	47	58	114
— maximum	43	300	95	600
— minimum	2	8	19	15
Novembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	21	64	45
— maximum	47	60	120	200
— minimum	3	6	30	10
Décembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	24	14	51.5	30
— maximum	47	40	170	60
— minimum	[illegible]	4	60	8
Janvier 1923 :				
F.e.m. moyenne	26	11	49	22
— maximum	43	23	165	60
— minimum	9	4	55	6
Février 1923 :				
F.e.m. moyenne	24	8	89	16
— maximum	47	18	125	80
— minimum	5,4	1,2	65	4
Mars 1923 :				
F.e.m. moyenne	32	20	85	37
— maximum	72	155	140	268
— minimum	10	3	29	6
Avril 1923 :				
F.e.m. moyenne	20	107	19	182
— maximum	55	390	110	580
— minimum	2	8	0	15
Mai 1923 :				
F.e.m. moyenne	16	201	55	249
— maximum	51	3 000	85	3 000
— minimum	0	20	7,5	20
Juin 1923 :				
F.e.m. moyenne	15	138	84	230
— maximum	47	405	160	3 000
— minimum	0	8.5	2	15
Juillet 1923 :				
F.e.m. moyenne	20	119	87	144
— maximum	72.5	380	330	550
— minimum	0	15	0	25
Août 1923 :				
F.e.m. moyenne	16	129	78	152
— maximum	47	500	152	620
— minimum	0	10	2	15
Septembre 1923 :				
F.e.m. moyenne	27	118	132	132
— maximum	82	450	235	500
— minimum	0	10	24,5	15
Octobre 1923 :				
F.e.m. moyenne	29	51	148	62
— maximum	60	200	220	250
— minimum	2	10	39	12

De l'ensemble des observations faites pendant une année, M. L.-W. Austin déduit les remarques suivantes. Après avoir fait ressortir l'intérêt spécial de la comparaison des émissions de Bordeaux et de Nauen par suite de la grande différence de leurs longueurs d'onde, il examine successivement trois questions principales : 1° la détermination de la formule exacte pour la représentation

****

des conditions moyennes de transmission; 2° l'influence de la longueur d'onde sur le rapport entre l'intensité du signal et les perturbations atmosphériques; 3° l'influence de la longueur d'onde sur l'irrégularité du signal.

1° Pour la détermination de la formule, voir *Onde Électrique*, n° 21, p. 504.

2° Afin de comparer l'influence de la longueur d'onde sur la transmission, sans tenir compte de l'intensité d'émission aux deux stations, on a réduit les intensités de Bordeaux aux valeurs de celles de Nauen en divisant les moyennes observées par le rapport des intensités aux deux stations. Des tableaux donnent les valeurs du champ le matin et l'après-midi ainsi que les valeurs des atmosphériques correspondants.

a) Intensité des signaux suivant l'époque de l'année et l'heure de la journée. Les signaux de la matinée sont plus intenses au printemps et en été qu'en automne et en hiver. Par suite de l'affaiblissement, les signaux de l'après-midi sont beaucoup plus faibles que ceux du matin au printemps et en été, tandis qu'en hiver le contraire est légèrement marqué. D'autre part, le rapport des signaux du matin et du soir pour l'année entière est égal au rapport des deux longueurs d'onde.

b) Intensité des atmosphériques. Les atmosphériques sont pendant toute l'année plus intenses l'après-midi que le matin, sauf pendant le mois d'avril, sur 12 500 m, où de violentes perturbations dues à un orage pendant un après-midi ont élevé le rapport habituel.

c) Rapport des intensités des signaux et des atmosphériques. Ce rapport, pour la matinée, est nettement en faveur de la plus courte longueur d'onde.

3° L'irrégularité du signal est définie par le rapport de l'intensité du signal le plus fort à l'intensité du plus faible dans chaque mois. Dans l'après-midi, cette irrégularité est plus grande pour l'onde la plus courte que pour la plus longue dans le rapport de 6,2 à 4. Dans la matinée, le signal le plus intense observé pendant l'année entière est pour l'onde la plus longue treize fois plus fort que le signal le moins intense, tandis que pour l'onde la plus courte, ce rapport est égal à 24. Il a été impossible de tirer des conclusions définitives sur l'irrégularité des signaux pendant l'après-midi dans la saison de grand affaiblissement car, par suite de la faiblesse des signaux et de la force des atmosphériques, plusieurs fois, on n'entendit pas les deux stations. Ceci arriva plus souvent pour Nauen que pour Bordeaux.

Période de grand affaiblissement. — Cette période de mai à septembre inclus est la période la plus intéressante pour l'ingénieur radiotélégraphiste américain, car la plupart des difficultés dans les réceptions d'Europe surviennent à ce moment. L'affaiblissement dans l'après-midi est dû en partie à ce qui semble être une absorption atmosphérique locale, absorption accentuée dans la fin de l'après-midi en été par l'affaiblissement du signal qui suit le coucher du soleil aux stations d'émissions européennes.

On a mis séparément en tableaux les moyennes pour ces mois et on voit : 1° qu'en se basant sur le rapport de l'intensité des signaux à celle des perturbations atmosphériques, l'onde la plus courte est 2,45 fois meilleure pour la réception que la plus longue dans la matinée et que les deux longueurs d'onde sont pratiquement égales en efficacité l'après-midi; 2° que l'onde la plus courte s'évanouit dans l'après-midi 1,79 fois plus que la plus longue, ce qui est à peu près inversement proportionnel au rapport 1,87 des longueurs d'onde. Les moyennes des signaux dans l'après-midi pendant ces mois d'affaiblissement sont plutôt incertaines, car si on était sûr que Bordeaux envoyait les signaux U. R. S. I. à 3 heures, il n'était pas certain que Nauen émettait les jours où on ne l'a pas entendu. D'autre part, pendant quelques jours,

par suite de travaux urgents, on ne fit pas d'observations. Tout ceci enlève leur valeur aux chiffres de mai et du début de juin.

Les résultats pour l'année sont légèrement en désaccord avec les conclusions plus limitées faites précédemment, qui indiquaient que la longueur d'onde de 23400 m était bien supérieure à 12500 m pour la réception en été à Washington. Il semble maintenant que pendant les temps difficiles pour la réception, c'est-à-dire pendant les après-midi d'été, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques étant à peu près le même pour es deux longueurs d'onde, la grande irrégularité de la plus courte fait, sans conteste, pencher la balance en faveur de la plus longue. On peut attribuer, en partie, la grande irrégularité de Nauen à la plus grande distance que les signaux traversent au-dessus des terres avant d'atteindre l'océan, c'est-à-dire à une absorption locale à l'extrémité d'émission. Le fait que Sainte-Assise est considérablement plus constant en intensité confirme cette hypothèse.

Dans la période d'affaiblissement, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques pendant les après-midi ne semble pas laisser d'espoir pour la réception à ce moment de la journée. Mais il ne faut pas oublier qu'on n'essaye en aucune façon de diminuer l'intensité naturelle des atmosphériques. On rappelle aussi que l'affaiblissement, l'après-midi, à Washington est beaucoup plus grand que dans certains endroits plus au nord, mais, par contre, il est probable que dans certains pays tropicaux, on se trouvera dans des conditions plus mauvaises. — ABADIE.

RADIOTÉLÉPHONIE

Radiotéléphonie transatlantique; NICHOLS, *Journal of the (British) Institution of Electrical Engineers,* juillet 1923, *Electrical Communication,* juillet 1923, p. 11 à 22. ARNOLD et ESPENSCHIED, *Journal of the American Institute of Electrical Engineers*, août 1923, p. 815 à 826. — Les premières communications téléphoniques à travers l'Atlantique ont été obtenues dès 1915 entre Arlington et la Tour Eiffel. Précaires et intermittentes, elles n'avaient aucun caractère commercial.

Les progrès réalisés depuis lors par l'emploi de tubes à vide sont tels, qu'une liaison duplex permanente ne paraît pas impossible à obtenir, qui permettrait à un abonné des réseaux de Londres ou de Paris, de causer avec un abonné du réseau de New-York.

En vue de déterminer les conditions pratiques et financières de son établissement, les Compagnies américaines American Telephone and Telegraph Company, Western Electric Company, Radio Corporation of America, viennent d'organiser des essais méthodiques, dont les résultats, quoique encore incomplets, sont cependant intéressants.

L'appareillage employé était d'un type tout à fait spécial, du fait qu'on avait adopté le principe de la transmission sans « courant porteur », par une seule « bande latérale », principe déjà appliqué avec succès à la téléphonie haute fréquence sur lignes [1].

La transmission comprenait deux opérations : obtention, à faible puissance, de la bande de fréquences désirée; puis amplification de cette bande jusqu'à la puissance nécessaire, de l'ordre de 150 kilowatts.

Pour réaliser la première opération, on envoie le courant microphonique dans un « modulateur différentiel (Balanced Modulator) » [2] alimenté par un oscillateur séparé, en courant à 33000 périodes. Supposant que les fréquences de la voix sont comprises entre 300 et 3000, on recueillera, à la sortie du modulateur, deux bandes de fréquences, l'une s'étendant de 33300 à 36000, l'autre de 30000 à

[1] Le principe de cette méthode a été exposé dans l'*Onde Électrique*, octobre 1923, p. 586 à 598.

[2] *Onde Électrique*, mai 1923, p. 264, p. 95.



un poste à 7 000 kilomètres. Immédiatement M. Y... a reçu 6 KAKD qui est à 15 000 kilomètres. Tout de suite M. X... ou Z... ou W... a reçu 7 KOKO à 21 000 kilomètres. Comme je crois bien qu'un grand cercle méridien n'a tout de même que 40 000 kilomètres, l'onde qui est partie de 7 KOKO pour faire ses 21 000 kilomètres s'y est prise en filant du côté le plus long. Ça c'est du beau sport. Mais alors, c'est fini ? record imbattable ? plus de sport ? Pardon, et le looping ? Celui-ci nous reste. Vous verrez bientôt M. KIVA (ou un autre) recevoir *son* émission faite avec un quart de watt, la recevoir, dis-je, une fois, deux fois, trois fois, etc..., à des intervalles de tant de centièmes de seconde, strictement nécessaires et suffisants pour faire le tour de la boule. C'est le looping, vous dis-je.

Au fond ce ne serait que drôle de voir toutes les presses (spéciales, petites et grandes) enregistrer gravement ces performances, si des personnalités de valeur n'étaient tentées parfois, et dans un but louable, d'encourager, d'accréditer auprès du gros public, ces records *non contrôlés*, en les admirant par écrit. Par ailleurs, il existe des commissions qui, bien armées et qualifiées, contrôlent et homologuent les records faits sur piste ou autres lieux. Il faudrait en créer une pour records hertziens ou bien n'en pas parler parce que...

Première histoire personnelle...

Il y a deux ou trois ans, recevoir l'Amérique sur ondes courtes était chose rare et délectable. Donc un concert d'orgues devant être donné là-bas, je me levais sur le coup de 2 heures pour l'entendre, quoique cela me fit de la peine. Et je l'entendis, et comment ! pas d'orgue, du phono accompagné d'anglais qui annonçait la station à deux milles de New-York. C'était très bien. Oui... mais le surlendemain tout le monde savait qu'on avait bien joué de l'orgue à New-York, mais aussi qu'un joyeux drille d'Anglais avait joué du phono à Passy (Seine) et de ce dernier j'avais fait mes délices.

Deuxième histoire personnelle...

Il y a quelques mois, un monsieur ayant su que je faisais des émissions suivies sur ondes courtes m'écrivit, s'offrant de m'écouter régulièrement. Il ne faut jamais négliger les concours bénévoles, car je sais par expérience combien il est difficile d'avoir un observateur *sérieux* en cette partie. Donc j'accepte. J'explique longuement de quoi il s'agit : l'observation doit porter sur des points de détail, mais très importants à noter, la réception *étant certaine d'ailleurs* puisque régulière à des distances doubles et triples. Je demande d'envoyer le texte reçu. Première réponse : « Reçu très fort. reconnu indicatif, impossible lire à cause des parasites. » — Deuxième, troisième réponse, analogue. *Il* reçoit très bien et fort, mais pas de texte, bien que je manipule *pour lui* à 250 mots à l'heure au maximum. Perplexe, je lui envoie une lettre contenant le texte que je télégraphierai le lendemain à 22 heures. Groupes de chiffres manipulés au train dont va FL donnant les heures du premier et dernier battement !

Cette lettre écrite et partie, je décidais d'aller me coucher le lendemain à 21 heures. Ce que je fis strictement. Eh bien ! le surlendemain j'avais une dépêche disant que, à l'exception de quelques chiffres mal saisis à cause des parasites ! (Oh ! suavité !) le monsieur, *cette fois*, avait tout pris ! ! ! Alors ?... J'en suis resté là avec mon observateur, et je suis devenu tout à fait méfiant sur ce terrain. D'autant qu'il y a aussi l'autosuggestion, l'hallucination et autres choses *itou*, qui peuvent exciter de braves jeunes gens à se crever pour recevoir... un indicatif d'un clandestin parisien, lequel sans malice et sans le savoir, a pris celui d'un amateur éloigné quelconque et s'amuse à faire de l'émission avec une autodyne et voilà un record établi. — 8AG.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME III

MESURES

L. Pillier. — Nouvel ampèremètre H. F. à thermo-élément, pp. 5-11.
Diagrammes des forces électromotrices des émissions de LY, UA et ICC (2e semestre 1923), pp. 43-46.
Diagrammes des forces électromotrices des émissions de LY et UA (1er trimestre 1924), pp. 374-375.
Clayeux. — Etalonnage d'un ampèremètre en haute fréquence, pp. 513-515.
J. Waszik. — Les phénomènes électrostatiques dans les détecteurs à limaille et à contacts imparfaits, pp. 535-541.
J. Cayrel. — Sur les précautions qu'il convient de prendre dans l'utilisation des thermo-couples à fils croisés en radiotechnique, pp. 548-550.
Diagrammes des forces électromotrices des émissions de LY, UA, WQL (2e trimestre de 1924), pp. 551-552.
Granier. — Sur l'absorption des ondes courtes, pp. 572-582.
Clayeux. — Ondemètre d'absorption pour poste récepteur, pp. 594-598.
Diagrammes des forces électromotrices de LY, UA, WQL, IDO (3e trimestre de 1924), pp. 599-601.

PROPAGATION

Lieutenant de vaisseau Tranier. — Observations radioélectriques recueillies au cours d'une campagne dans le Pacifique (octobre 1922-juillet 1923), pp. 70-82 et pp. 142-152.
M. Lardry. — Etude de l'évanouissement sur les ondes courtes, pp. 254-263.
J. Guinchant. — Portée des ondes. — Action de l'atmosphère, pp. 445-448.
M. Lardry. — Etude sur les irrégularités de propagation des ondes courtes, pp. 449-466 et 502-510.
E. Gherzi. — Relèvements radiogoniométriques à Changaï, pp. 542-547.
Austin. — Observations radiotélégraphiques pendant l'éclipse du soleil du 10 septembre 1923, pp. 591-594.

TUBES ÉLECTRONIQUES

Lieutenant de vaisseau Blanchard. — Au sujet du rendement optimum des émetteurs à triodes, pp. 83-85.
Lieutenant de vaisseau Blanchard. — Etablissement des avant-projets des émetteurs à triodes, pp. 337-346.
Courtines. — L'influence de la température sur les tubes thermoioniques, pp. 521-529.

ÉMISSION

La station radiotélégraphique de Moscou-Hodinsk, pp. 203-214.
Vinogradow. — Les détecteurs générateurs, pp. 433-444.

RÉCEPTION

R. Barthelemy. — Le problème de l'alimentation des récepteurs en alternatif, pp. 12-24.
F. Bedeau. — L'antenne ondulatoire ou antenne Beverage, pp. 86-98 et 153-164.

L. Brillouin et E. Fromy. — L'influence du brouillage sur les récepteurs à réaction, pp. 181-189, 268-278 et 299-313.
P. Lafond. — L'amplificateur H. F. à résistances et les ondes très courtes, pp. 198-202.
R. Dubois. — Etude expérimentale de quelques procédés de détection des oscillations de haute fréquence, pp. 285-298 et 347-363.
J. Podliasky. — Alimentation des récepteurs radiophoniques par le courant alternatif du secteur, pp. 321-328.
Devaud et Petit. — Note sur la détection par les lampes à trois électrodes, pp. 511-513.
Nozières et Giraud. — La lampe à quatre électrodes, pp. 583-590.

RADIOGONIOMÉTRIE

Commandant Franck. — Mesures radiogoniométriques en avion, pp. 65-69.
E. Bellini. — Un nouveau radiogoniomètre avec levée du doute, pp. 233-253.
B. Lyot. — Etude d'un cas particulier d'effet antenne sur un cadre de radiogoniomètre, pp. 530-534.

ATMOSPHÉRIQUES

R. Bureau. — Relations entre certains atmosphériques et les phénomènes météorologiques, pp. 385-401.
E. Gherzi. — Recherches radiogoniométriques sur la marche des typhons, pp. 491-501.

ONDES COURTES

R. Mesny. — Les ondes très courtes, pp. 24-37 et 99-110.
L. Deloy. — Communications transatlantiques sur ondes de 100 mètres, pp. 38-42.
L. Deloy. — Antennes apériodiques pour ondes courtes, pp. 110-112.
M. Malgouzou. — Pour recevoir les ondes très courtes (OC9), pp. 129-141.
P. Louis. — La station 8 BF, pp. 314-320.
A. Vuibert. — Essais d'émission et de réception sur ondes de 35 mètres, pp. 364-374.
P. Ancelme. — Comment j'ai reçu OC9, pp. 466-469.

DIVERS

L. Deloy. — Un amateur français en Amérique (*suite*), pp. 165-172, 470-473, et 554-560.
Lieutenant de vaisseau Blanchard. — Sur plusieurs extensions de la notion de résistance, pp. 190-197.
M. Guéritot. — Le problème du verrouillage en télémécanique, pp. 264-267.
Brenot, Franck, Mihura. — La réglementation de la T. S. F., pp. 402-424.
L. Cohen. — Radio sur lignes, pp. 477-490.
Résultats obtenus sur les très longues distances par la Télégraphie sans fil dirigée sur ondes courtes, plus généralement connue sous le nom de « Beam system », pp. 602-608.



ANALYSES

Pour permettre de grouper les analyses indépendamment des articles de la revue, celles-ci seront désormais placées hors texte et paginées à part.

En outre, elles ne seront imprimées que sur un seul côté des pages ; elles pourront ainsi être détachées séparément et classées en fichier, selon l'ordre qui paraîtra à chacun le plus avantageux.

PROPAGATION

Mesures de signaux et de perturbations atmosphériques; au « Naval Radio-Research Laboratory » du Bureau des Standards à Washington, de mai 1922 à octobre 1923 : AUSTIN. *Proc. of Inst. of Rad. Eng.*, vol. 10, nos 5, 6; vol. 11, nos 1, 2, 3, 4, 5, 6; vol. 12, no 1. — Les mesures ont été faites d'après la méthode déjà décrite (voir *Onde Électrique*, no 10, p. 594). Voici les valeurs moyennes, maximums et minimums.

	Nauen, 12 500 m		Bordeaux, 23 400 m	
	Signaux	Atmosph.	Signaux	Atmosph.
Mai 1922 :				
F.e.m. moyenne	31	114	59	714
— maximum	50	500	200	5 800
— minimum	11	20	3,5	60
Juin 1922 :				
F.e.m. moyenne	25	276	42	478
— maximum	60	800	100	2 000
— minimum	11	17	15	50
Juillet 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	126	50	370
— maximum	56	800	100	1 000
— minimum	0	30	0	80
Août 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	286	45	322
— maximum	43	2 000	100	1 000
— minimum	0	20	0	20
Septembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	23	91	62	183
— maximum	60	600	110	1 000
— minimum	2	10	35	20
Octobre 1922 :				
F.e.m. moyenne	24	47	58	114
— maximum	43	300	95	600
— minimum	2	8	19	15
Novembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	22	21	64	45
— maximum	47	60	120	200
— minimum	3	6	30	10
Décembre 1922 :				
F.e.m. moyenne	24	14	51,5	30
— maximum	47	40	170	60
minimum	[illegible]	4	60	8
Janvier 1923 :				
F.e.m. moyenne	26	11	49	22
— maximum	43	23	165	60
— minimum	9	4	55	6
Février 1923 :				
F.e.m. moyenne	24	8	89	16
— maximum	47	18	125	80
— minimum	5,4	1,2	65	4
Mars 1923 :				
F.e.m. moyenne	32	20	85	37
— maximum	72	155	140	268
— minimum	10	3	29	6
Avril 1923 :				
F.e.m. moyenne	20	107	19	182
— maximum	55	390	110	580
— minimum	2	8	0	15
Mai 1923 :				
F.e.m. moyenne	16	201	55	249
— maximum	51	3 000	85	3 000
— minimum	0	20	7,5	20
Juin 1923 :				
F.e.m. moyenne	15	138	84	230
— maximum	47	405	160	3 000
— minimum	0	8,5	2	15
Juillet 1923 :				
F.e.m. moyenne	20	119	87	144
— maximum	72,5	380	330	550
— minimum	0	15	0	25
Août 1923 :				
F.e.m. moyenne	16	129	78	152
— maximum	47	500	152	620
— minimum	0	10	2	15
Septembre 1923 :				
F.e.m. moyenne	27	118	132	132
— maximum	82	450	235	500
— minimum	0	10	24,5	15
Octobre 1923 :				
F.e.m. moyenne	29	51	148	62
— maximum	60	200	220	250
— minimum	2	10	39	12

De l'ensemble des observations faites pendant une année, M. L.-W. Austin déduit les remarques suivantes. Après avoir fait ressortir l'intérêt spécial de la comparaison des émissions de Bordeaux et de Nauen par suite de la grande différence de leurs longueurs d'onde, il examine successivement trois questions principales : 1° la détermination de la formule exacte pour la représentation

GRAMMONT

Services commerciaux : **10, rue d'Uzès, PARIS**

Central 19-43, 21-85 —— **Gutenberg 00-54**

Amateurs !



Vous qui désirez
une excellente audition

exigez



Nos TRIODES

Nos AMPLIFICATEURS

Nos CASQUES et

Nos RÉCEPTEURS

USINES :

Département Téléphones et Amplificateurs
PARIS et MALAKOFF

Département Lampes
LYON CROIX-ROUSSE



des conditions moyennes de transmission; 2° l'influence de la longueur d'onde sur le rapport entre l'intensité du signal et les perturbations atmosphériques; 3° l'influence de la longueur d'onde sur l'irrégularité du signal.

1° Pour la détermination de la formule, voir *Onde Électrique*, n° 21, p. 504.

2° Afin de comparer l'influence de la longueur d'onde sur la transmission, sans tenir compte de l'intensité d'émission aux deux stations, on a réduit les intensités de Bordeaux aux valeurs de celles de Nauen en divisant les moyennes observées par le rapport des intensités aux deux stations. Des tableaux donnent les valeurs du champ le matin et l'après-midi ainsi que les valeurs des atmosphériques correspondants.

a) Intensité des signaux suivant l'époque de l'année et l'heure de la journée. Les signaux de la matinée sont plus intenses au printemps et en été qu'en automne et en hiver. Par suite de l'affaiblissement, les signaux de l'après-midi sont beaucoup plus faibles que ceux du matin au printemps et en été, tandis qu'en hiver le contraire est légèrement marqué. D'autre part, le rapport des signaux du matin et du soir pour l'année entière est égal au rapport des deux longueurs d'onde.

b) Intensité des atmosphériques. Les atmosphériques sont pendant toute l'année plus intenses l'après-midi que le matin, sauf pendant le mois d'avril, sur 12 500 m, où de violentes perturbations dues à un orage pendant un après-midi ont élevé le rapport habituel.

c) Rapport des intensités des signaux et des atmosphériques. Ce rapport, pour la matinée, est nettement en faveur de la plus courte longueur d'onde.

3° L'irrégularité du signal est définie par le rapport de l'intensité du signal le plus fort à l'intensité du plus faible dans chaque mois. Dans l'après-midi, cette irrégularité est plus grande pour l'onde la plus courte que pour la plus longue dans le rapport de 6,2 à 4. Dans la matinée, le signal le plus intense observé pendant l'année entière est pour l'onde la plus longue treize fois plus fort que le signal le moins intense, tandis que pour l'onde la plus courte, ce rapport est égal à 24. Il a été impossible de tirer des conclusions définitives sur l'irrégularité des signaux pendant l'après-midi dans la saison de grand affaiblissement car, par suite de la faiblesse des signaux et de la force des atmosphériques, plusieurs fois, on n'entendit pas les deux stations. Ceci arriva plus souvent pour Nauen que pour Bordeaux.

Période de grand affaiblissement. — Cette période de mai à septembre inclus est la période la plus intéressante pour l'ingénieur radiotélégraphiste américain, car la plupart des difficultés dans les réceptions d'Europe surviennent à ce moment. L'affaiblissement dans l'après-midi est dû en partie à ce qui semble être une absorption atmosphérique locale, absorption accentuée dans la fin de l'après-midi en été par l'affaiblissement du signal qui suit le coucher du soleil aux stations d'émissions européennes.

On a mis séparément en tableaux les moyennes pour ces mois et on voit : 1° qu'en se basant sur le rapport de l'intensité des signaux à celle des perturbations atmosphériques, l'onde la plus courte est 2,45 fois meilleure pour la réception que la plus longue dans la matinée et que les deux longueurs d'onde sont pratiquement égales en efficacité l'après-midi; 2° que l'onde la plus courte s'évanouit dans l'après-midi 1,79 fois plus que la plus longue, ce qui est à peu près inversement proportionnel au rapport 1,87 des longueurs d'onde. Les moyennes des signaux dans l'après-midi pendant ces mois d'affaiblissement sont plutôt incertaines, car si on était sûr que Bordeaux envoyait les signaux U. R. S. I. à 3 heures, il n'était pas certain que Nauen émettait les jours où on ne l'a pas entendu. D'autre part, pendant quelques jours,

par suite de travaux urgents, on ne fit pas d'observations. Tout ceci enlève leur valeur aux chiffres de mai et du début de juin.

Les résultats pour l'année sont légèrement en désaccord avec les conclusions plus limitées faites précédemment, qui indiquaient que la longueur d'onde de 23400 m était bien supérieure à 12500 m pour la réception en été à Washington. Il semble maintenant que pendant les temps difficiles pour la réception, c'est-à-dire pendant les après-midi d'été, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques étant à peu près le même pour es deux longueurs d'onde, la grande irrégularité de la plus courte fait, sans conteste, pencher la balance en faveur de la plus longue. On peut attribuer, en partie, la grande irrégularité de Nauen à la plus grande distance que les signaux traversent au-dessus des terres avant d'atteindre l'océan, c'est-à-dire à une absorption locale à l'extrémité d'émission. Le fait que Sainte-Assise est considérablement plus constant en intensité confirme cette hypothèse.

Dans la période d'affaiblissement, le rapport des signaux aux perturbations atmosphériques pendant les après-midi ne semble pas laisser d'espoir pour la réception à ce moment de la journée. Mais il ne faut pas oublier qu'on n'essaye en aucune façon de diminuer l'intensité naturelle des atmosphériques. On rappelle aussi que l'affaiblissement, l'après-midi, à Washington est beaucoup plus grand que dans certains endroits plus au nord, mais, par contre, il est probable que dans certains pays tropicaux, on se trouvera dans des conditions plus mauvaises. — ABADIE.

RADIOTÉLÉPHONIE

Radiotéléphonie transatlantique; NICHOLS, *Journal of the (British) Institution of Electrical Engineers*, juillet 1923, *Electrical Communication*, juillet 1923, p. 11 à 22. ARNOLD et ESPENCHIED, *Journal of the American Institute of Electrical Engineers*, août 1923, p. 815 à 826. — Les premières communications téléphoniques à travers l'Atlantique ont été obtenues dès 1915 entre Arlington et la Tour Eiffel. Précaires et intermittentes, elles n'avaient aucun caractère commercial.

Les progrès réalisés depuis lors par l'emploi de tubes à vide sont tels, qu'une liaison duplex permanente ne paraît pas impossible à obtenir, qui permettrait à un abonné des réseaux de Londres ou de Paris, de causer avec un abonné du réseau de New-York.

En vue de déterminer les conditions pratiques et financières de son établissement, les Compagnies américaines American Telephone and Telegraph Company, Western Electric Company, Radio Corporation of America, viennent d'organiser des essais méthodiques, dont les résultats, quoique encore incomplets, sont cependant intéressants.

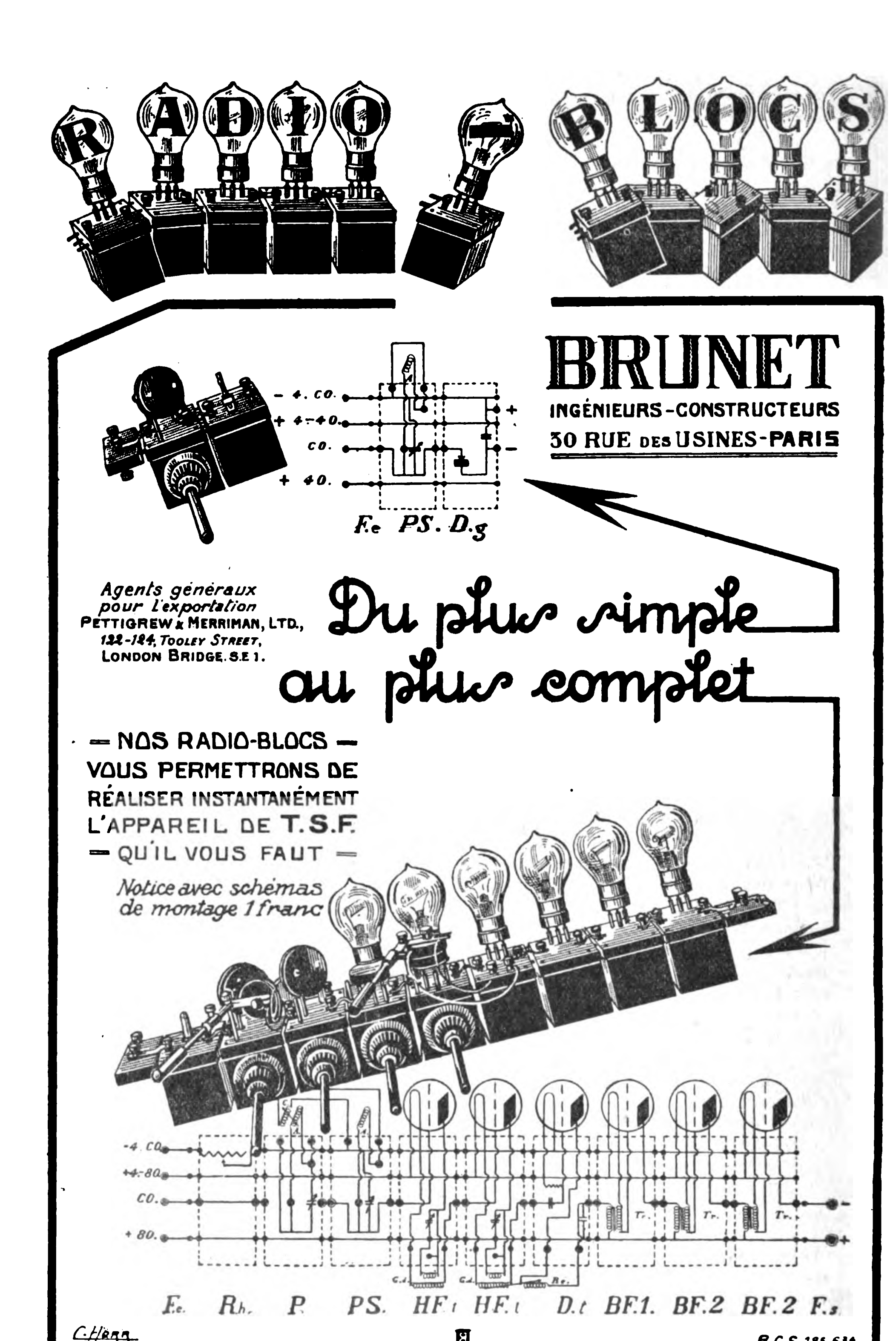
L'appareillage employé était d'un type tout à fait spécial, du fait qu'on avait adopté le principe de la transmission sans « courant porteur », par une seule « bande latérale », principe déjà appliqué avec succès à la téléphonie haute fréquence sur lignes [1].

La transmission comprenait deux opérations : obtention, à faible puissance, de la bande de fréquences désirée; puis amplification de cette bande jusqu'à la puissance nécessaire, de l'ordre de 150 kilowatts.

Pour réaliser la première opération, on envoie le courant microphonique dans un « modulateur différentiel (Balanced Modulator) » [2] alimenté par un oscillateur séparé, en courant à 33000 périodes. Supposant que les fréquences de la voix sont comprises entre 300 et 3000, on recueillera, à la sortie du modulateur, deux bandes de fréquences, l'une s'étendant de 33300 à 36000, l'autre de 30000 à

[1] Le principe de cette méthode a été exposé dans l'*Onde Électrique*, octobre 1923, p. 586 à 598.

[2] *Onde Électrique*, mai 1923, p. 264, p. 95.


RADIO-BLOCS
BRUNET
INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS
30 RUE DES USINES-PARIS
- 4. CO.
+ 4-40.
CO.
+ 40.
F.e PS. D.g
Agents généraux
pour l'exportation
PETTIGREW & MERRIMAN, LTD.,
122-124, TOOLEY STREET,
LONDON BRIDGE. S.E 1.
Du plus simple
au plus complet
— NOS RADIO-BLOCS —
VOUS PERMETTRONS DE
RÉALISER INSTANTANÉMENT
L'APPAREIL DE T.S.F.
— QU'IL VOUS FAUT —
Notice avec schémas
de montage 1 franc
-4 CO.
+4-80.
CO.
+ 80.
F.e. Rh. P. PS. HF.1 HF.1 D.t BF.1. BF.2 BF.2 F.s
R.C.S 185.634

32 700. On dispose un filtre qui élimine la première et on envoie la seconde seule dans un deuxième « modulateur différentiel » alimenté en courant à 88 500 périodes; à la sortie de celui-ci, on élimine par un autre filtre, la bande supérieure 118 500 à 121 200, et il reste la bande utile 55 800 à 58 500, correspondant à la longueur d'onde moyenne de 5 260 mètres, que l'on se propose de transmettre.

(On pourrait évidemment arriver au même résultat avec un seul modulateur alimenté en courant à 55 500 périodes; mais on aurait besoin d'un filtre très compliqué pour séparer les deux bandes, très voisines, et le dispositif ne se prêterait pas du tout aux changements de longueur d'onde.)

L'amplification de la bande de fréquences ainsi obtenue, se fait dans trois étages de triodes de puissances croissantes. Le dernier comporte en parallèle 20 tubes, susceptibles de fournir chacun 10 kilowatts. Ces tubes sont alimentés sous 10 000 volts; leur plaque est refroidie par une circulation d'eau; les parties métalliques sont soudées au verre à l'aide d'un métal spécial.

L'énergie est finalement rayonnée par une des antennes de la station de Rocky-Point.

A la réception, il est naturellement nécessaire de rétablir le courant porteur supprimé au départ; mais auparavant, on change la fréquence de l'onde reçue, comme dans une réception par « super hétérodyne ». Il en résulte certains avantages dans la facilité du réglage et le dimensionnement des filtres; la sélectivité est aussi augmentée.

Le récepteur comprend donc : un détecteur, recevant à la fois l'onde transmise et un courant local à 90 000 périodes; un filtre, supprimant les battements de la bande supérieure, et laissant passer ceux de la bande 31 500 à 34 200; un amplificateur accordé sur cette bande; un second détecteur, dans lequel cette bande se combine avec un courant porteur local à 34 500 périodes fourni par un oscillateur séparé, ce qui restitue la modulation initiale de fréquences comprises entre 300 et 3 000; enfin, un amplificateur basse fréquence.

Les auteurs affirment que la réception est sûre et facile, et que le réglage des oscillateurs à la fréquence voulue n'est pas particulièrement délicat. Ils indiquent les avantages suivants de ce système de transmission :

Economie de puissance.

Moindre encombrement de la « voie hertzienne ».

Possibilité d'avoir des circuits très syntonisés.

Protection excellente contre les parasites et les affaiblissements en cours de route.

Dans le but de déterminer la puissance nécessaire à l'établissement d'une communication permanente, on a procédé à des mesures systématiques de la force des signaux reçus et de celle des parasites. Ces mesures étaient faites par comparaison avec un émetteur local d'intensité connue. On mesurait enfin le pourcentage des mots correctement compris. Des courbes traduisent les résultats de ces mesures. On y voit :

1° Que la force électromotrice observée de jour (7,5 à 8 microvolts par mètre) est très voisine de celle calculée par la formule d'Austin-Cohen (9 microvolts par mètre).

2° Que la force électromotrice observée de nuit est beaucoup plus considérable (100 à 230 microvolts), mais ne dépasse pas la valeur qu'on calculerait en négligeant l'absorption.

3° Que le rapport signal parasite est maximum lorsque la nuit s'étend sur tout le trajet des ondes, minimum lorsque le soleil se couche entre les stations.

Les essais n'ont pas duré assez longtemps pour que l'effet saisonnier soit net. Il semble que l'on aurait avantage à employer une longueur d'onde plus grande. — P. DAVID.

Un « Central » de Radio-diffusion à New-York, *General Electric*

BOBINES EN NID D'ABEILLE

"GAMMA"

(MARQUE DÉPOSÉE)



NUMÉROS	TOURS	DIAMÈTRE DU FIL EN m/m	INDUCTANCE en millihenrys	LONGUEUR D'ONDE EN MICROFARAD SUR					PRIX	
				Propre	1/10000	5/10000	1/1000	2/1000	NUES	MONTÉES
0	15	0,55	0,023	< 100	105	204	281	398	4 »	11 »
0 *bis*	22	0,55	0,065	< 100	168	337	467	662	4 10	11 10
1	30	0,55	0,090	115	213	409	577	818	4 20	11 20
1 *bis*	45	0,55	0,180	175	290	597	824	1.165	4 60	11 60
2	60	0,55	0,303	240	410	818	1.160	1.642	5 »	12 »
2 *bis*	90	0,55	0,610	275	510	1.070	1.465	2.070	6 »	13 »
3	120	0,40	1,120	300	685	1.405	1.950	2.760	6 75	13 75
3 *bis*	150	0,40	1,520	360	750	1.620	2.200	3.120	8 50	15 50
4	250	0,40	3,500	600	1.200	2.410	3.340	4.730	10 50	17 50
5	500	0,30	17,600	1.200	2.500	5.500	7.500	10.600	16 80	24 »
6	1 000	0,21	60,600	2.200	5.000	10.000	14.300	20.250	22 60	30 »
S. 1	1 250	0,21	105,900	3.000	6.250	13.200	18.700	26.500	28 »	38 »
S. 2	1 500	0,21	156, »	3.800	7.200	15.950	22.300	31.600	32 »	42 »

Étalonnage effectué par l'Établissement Central du Matériel de Radiotélégraphie militaire

Hausse provisoire : 15 %

EXIGER LES NOUVEAUX MODÈLES 1924

SOLIDES - PROTÉGÉS EXTÉRIEUREMENT - ÉLÉGANTS

Téléphone : MARCADET 31-22 EN VENTE PARTOUT Chèques postaux : PARIS 595-84

ADOPTÉS PAR MM. LES CONSTRUCTEURS

Registre du Commerce : Seine 210-285 *Demander notre notice B*

Appareillage GAMMA, 16, rue Jacquemont, PARIS (17e)

Représentants exclusifs pour l'Espagne :

Sociedad Ibérica de Representaciones, Megia Liquerica, 4, Madrid

Review, août 1923, p. 541. — La « Radio Corporation of America » a récemment achevé l'installation, au cœur même de New-York, d'un « Central » de radio-diffusion consistant en deux stations émettrices juxtaposées. L'une d'elles, WJY, envoie de la musique populaire, des airs de danse, etc. sur l'onde 405 mètres; l'autre, WJZ, envoie simultanément de la musique classique, des représentations d'Opéra,... sur l'onde 455 mètres. Dans chacune de ces deux stations, on trouve plusieurs microphones, une succession d'amplificateurs microphoniques de puissances croissantes, aboutissant à deux tubes de 250 watts; ceux-ci modulent (procédé Heising) les oscillations produites par deux autres tubes semblables dans un circuit accordé; enfin, ces oscillations modulées sont transmises par induction à l'antenne.

Les studios sont situés au 6e étage de l'immeuble Aeolian Hall; les appareils transmetteurs sont sur le toit de l'immeuble, et les antennes, placées bout à bout, sont soutenues au-dessus de ce toit par deux pylônes de 40 mètres de hauteur.

Ce central est relié par des lignes spéciales aux salles de spectacle des environs, ainsi qu'à une église pour la transmission des offices, et à un terrain de sports pour tenir les auditeurs au courant des matches intéressants.

L'équipement est réalisé avec un grand luxe d'organes de contrôle et de mesure; tous les appareils sont en double à chaque station. — P. David.

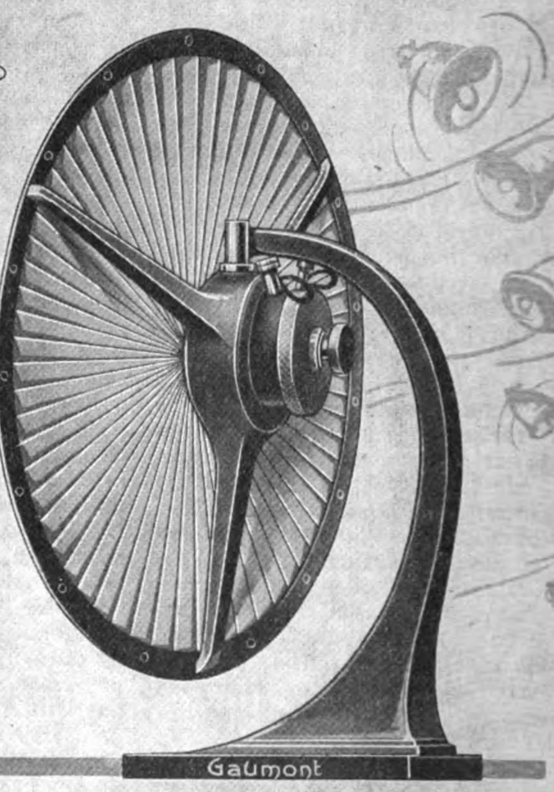
Microphone pour émissions de téléphonie sans fil; P. P. Eckersley. *The Electrician*, 11 janvier 1924, p. 35. — Le microphone idéal devrait donner une amplitude de courant électrique égale pour une excitation d'amplitude égale dans toute la gamme des fréquences audibles. Mais cette gamme s'étend de 30 à 10 000 périodes par seconde, et les matériaux de construction, aussi bien de la membrane vibrante que des parties accessoires, présentent des fréquences de résonances amenant des déformations très gênantes. A l'ancienne solution qui cherchait un compromis entre la sensibilité et la fidélité de reproduction, on préfère maintenant celle qui consiste à sacrifier la sensibilité, l'emploi des triodes permettant d'obtenir l'amplification nécessaire, sans distorsion appréciable. Toutefois, cette amplification est limitée par la naissance ou l'amplification de bruits parasites qui constituent un « fond » aux sons à transmettre et finissent par les couvrir.

L'auteur décrit deux types de microphones actuellement très employés. Le premier est dû à la Western; c'est un microphone à grenaille, mais travaillant différentiellement; la membrane est tendue de façon à ne pas présenter de résonance au-dessous de 10000 périodes. L'amplificateur, généralement à trois étages, est construit de façon à ce que les triodes travaillent sur les parties droites de leurs caractéristiques, et sans courant grille appréciable; l'amplification est rendue variable de façon à parer aux différences d'intensités des excitations sonores à l'entrée du microphone.

L'autre type de microphone, qui fonctionne à la station de Londres, est dû à Sykes et Round de la Compagnie Marconi. Il se compose d'une bague de fil d'aluminium placée dans un champ magnétique de forte intensité. La bague est mobile sous l'action de la parole, et son déplacement dans le champ magnétique provoque des courants induits. Dans ces conditions, la force électromotrice induite varie sensiblement comme $\frac{1}{f}$ et les fréquences basses sont favorisées. Pour y remédier, la première lampe de l'amplificateur est montée en « correctrice » (liaison inductance, capacité appropriée) de façon à transmettre aux étages suivants une tension alternative sensiblement proportionnelle à la fréquence. La combinaison du microphone et de la lampe correctrice est ainsi sensiblement in-



le Cadeau de Pâques



PUISSANCE
PURETÉ
ÉLÉGANCE
SOLIDITÉ

EN VENTE DANS TOUTES LES BONNES MAISONS DE **T.S.F**

ENVOI FRANCO DE LA NOTICE I — BREVETÉ S.G.D.G

Etablissements Gaumont



57, Rue St Roch, PARIS (1er Arrondt)

TÉLÉPHONE : CENTRAL 30 87 — TÉLÉGRAPHE : OBJECTIF PARIS

R.C. Seine : 23180

dépendante de la fréquence. Le reste de l'amplification se fait par résistance-capacité pour éviter les déformations introduites par des transformations devant fonctionner dans une gamme étendue.

Pour achever de donner à l'audition une impression de parfaite reproduction, il faut que le récepteur soit construit de façon à favoriser certaines fréquences réclamées par l'oreille, ce qui exige des haut-parleurs à faible rendement. L'auteur souhaite que les constructeurs sacrifient désormais à l'impression de force qui ne peut s'obtenir sans s'accompagner de déformation, celle de pureté qui est nécessaire à l'avenir artistique des transmissions par téléphonie sans fil. — CLAVIER.

Un microphone sans diaphragme pour la radiotéléphonie; PHILIPPS THOMAS. *Journ. of A. I. E. E.*, mars 1923, p. 219. — Les inconvénients des microphones à grenaille de charbon sont bien connus. Après avoir d'abord cherché à les atténuer, l'auteur a renoncé à leur emploi et s'est proposé de construire sur un principe nouveau, un microphone sans diaphragme.

Il a d'abord cherché à utiliser les phénomènes d'ionisation de l'air, mais n'a pas abouti à un résultat intéressant. Il a essayé ensuite de faire moduler par les ondes sonores, la décharge que l'on obtient dans l'air entre deux électrodes très rapprochées soumises à une différence de potentiel de 200 à 1 000 volts. En prenant la précaution d'empêcher la formation d'un arc (par l'adjonction de résistances en série), on peut obtenir un courant de plusieurs milliampères, très régulier dans un air calme, mais qui varie notablement sous l'influence des moindres variations de pression.

Ce système peut donc constituer un microphone sensible et de très faible inertie. Mais pour en tirer le meilleur parti possible, il a fallu en étudier à fond toutes les propriétés et le construire avec grand soin. L'appareil définitif est tout d'abord protégé efficacement des courants d'air, qui exerceraient naturellement un effet néfaste sur la modulation. Les électrodes, facilement interchangeables, sont constituées d'un alliage spécial. La variation de tension produite par la parole n'est pas prise entre ces deux électrodes elles-mêmes, mais entre l'une d'elles et une troisième électrode, perforée, intercalée sur le trajet de la décharge. La position de cette électrode supplémentaire joue un rôle capital; c'est elle qui détermine la sensibilité du microphone aux diverses fréquences acoustiques. Pour une certaine position, la sensibilité ne dépend pas de la fréquence, la modulation est théoriquement parfaite. Si l'on déplace l'électrode supplémentaire dans un sens ou dans l'autre, on exagère, à volonté, la sensibilité soit pour les fréquences basses, soit pour les fréquences élevées. On peut ainsi, dans une certaine mesure, corriger les défauts inévitables des récepteurs habituels, et obtenir en fin de compte une reproduction plus fidèle encore.

L'appareil serait depuis plusieurs mois en usage à la station K D K A. — P. DAVID.

DIVERS

Téléphonie Haute fréquence sur lignes de transport de force; E. AUSTIN. *General Electric Review*, juin 1923, p. 424-435. — La radiotéléphonie sur fils est avantageuse pour relier entre elles les stations génératrices et distributrices d'un réseau haute tension. Par rapport aux lignes téléphoniques ordinaires portées par les pylônes du réseau, elle donne plus de sécurité vis-à-vis des contacts accidentels avec la haute tension, et elle évite les bruits parasites assez fréquents dus aux perturbations et mauvais isolements. Par rapport à la radiotéléphonie non dirigée, elle permet l'économie d'une certaine puissance, et celle d'un opérateur spécialisé, tout en diminuant les risques de brouillage.

L'auteur examine d'abord les conditions techniques du problème. Il rappelle que l'énergie nécessaire à une communication entre deux stations distantes de L est proportionnelle à :

$$e^{aL}$$

donc croît rapidement avec la distance. Le coefficient a dépend des constantes de la ligne, qui sont très variables.

D'autre part, la communication doit être obtenue, soit lorsque la ligne est connectée aux transformateurs, soit lorsqu'elle en est séparée et mise à la terre (c'est-à-dire lorsque l'impédance à l'extrémité de la ligne est très grande ou très petite). Il faut donc que le couplage entre le système haute fréquence et la ligne se fasse à une certaine distance de l'extrémité. Pour cette raison, et aussi vu le prix élevé des condensateurs pour très hautes tensions, le meilleur moyen de réaliser ce couplage est de prendre comme antenne du système haute fréquence un fil de 300 à 600 mètres de longueur, tendu parallèlement aux fils de la ligne, avec le même écartement et le même isolement qu'un fil de ligne supplémentaire. Sur ce fil on place en outre des fusibles, parafoudres, etc., comme sécurité en cas de contact accidentel avec la haute tension.

Le couplage ainsi réalisé est suffisant pour qu'une puissance de 50 watts permette de communiquer à 86 milles (135 km), sur une ligne ininterrompue.

Si la ligne comporte des transformateurs intermédiaires, on peut admettre que chacun équivaut à un accroissement de 10 milles de longueur. De même, un embranchement doit être compté comme 10 à 25 milles supplémentaires. Les interrupteurs ou sectionneurs n'apportent aucun affaiblissement, si l'on a soin de tendre parallèlement aux deux parties qu'ils séparent, deux fils analogues aux précédents et réunis par une inductance d'accord. Le « pont » ainsi constitué laisse passer la haute fréquence. On peut aussi à l'aide d'un « pont » analogue, placé au croisement de deux lignes indépendantes, faire communiquer deux réseaux distincts.

L'auteur donne la description de deux ensembles émetteurs-récepteurs, réalisés par la General Electric Co. L'un de puissance 50 watts a déjà été installé à une cinquantaine d'exemplaires. Le second est de puissance 250 watts. Aucun d'eux n'est duplex, c'est-à-dire qu'il faut une manœuvre pour passer de l'écoute à la transmission. Cette manœuvre, d'ailleurs, est fort simple, et se réduit à l'abaissement d'une manette. Pour recevoir l'appel du correspondant, on laisse constamment branché et allumé un amplificateur à trois étages, actionnant un relai très sensible. Cet amplificateur se trouve mis hors circuit, et remplacé par un amplificateur téléphonique à 2 étages lorsqu'on décroche le récepteur. En même temps, le groupe moteur-générateur qui fournit la haute tension des triodes émettrices, se met en marche automatiquement. Le poste une fois réglé peut donc être employé par le premier venu.

Bien entendu, aucune communication haute fréquence n'est possible sur des câbles souterrains, vu leur énorme capacité.

L'auteur estime que la gamme d'ondes convenant à ce genre de communications s'étend de 12.000 à 100.000 cycles (25.000 à 3.000 mètres). Sa répartition devra être étudiée minutieusement, si l'on veut étendre l'emploi de ce procédé à tous les réseaux existant. — P. David.

Téléphonie haute fréquence sur lignes de transport de force; Erich Habann, *Jahrbuch*, octobre 1923, p. 142-155. — Les considérations développées par l'auteur sont assez différentes de celles analysées ci-dessus.

L'auteur estime qu'il n'est pas avantageux de faire propager le champ électromagnétique entre l'ensemble de la ligne d'une part, et la terre d'autre part. La terre, en effet, présente une résistance appréciable,

qui varie d'ailleurs avec les circonstances atmosphériques. Il en résulte un affaiblissement variable de la transmission.

Pour éviter cet inconvénient, on peut transmettre les courants à haute fréquence sur deux des fils de ligne, comme des courants alternatifs ordinaires; le champ électromagnétique est alors localisé entre ces fils.

L'affaiblissement est naturellement très variable suivant les caractéristiques de la ligne. Un même ensemble émetteur récepteur donnerait sur différentes lignes les portées suivantes :

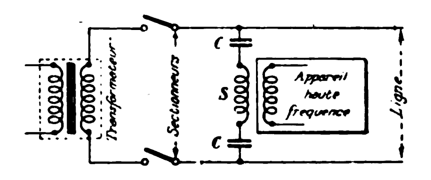
Nature de la ligne	Portée
Câble téléphonique isolé au papier	8 km 8
Ligne aérienne *en fer*. . . .	7 km 3
Ligne téléphonique ordinaire	242 km
Ligne de transport de force, en aluminium pour 15.000 volts	4 338 km
Ligne à 100.000 volts, onze conducteurs aluminium de 70 millimètres carrés . . .	5 804 km

L'affaiblissement croît rapidement avec la fréquence; il y a donc là une raison pour employer de préférence les grandes longueurs d'onde. Une autre raison est que les transformateurs industriels présentent entre phases une capacité de l'ordre de deux millièmes de microfarad, laquelle forme pour la haute fréquence un passage d'autant meilleur que l'onde est plus courte. Pour ces raisons l'auteur recommande les ondes très longues, jusqu'à 25.000 mètres.

Il y a intérêt à ce que la résistance du récepteur soit égale à l'impédance caractéristique de la ligne, afin d'éviter la production d'ondes stationnaires.

Les lignes secondaires qui divergent de la ligne principale entraînent une perte assez grande; on a constaté qu'une ligne de 64 km avec 5 embranchements équivalait à 300 km de ligne isolée.

L'auteur décrit les procédés de couplage qu'il emploie et qui sont schématisés par la fig. 1. L'inductance S est variable et doit être changée lorsqu'on sépare la ligne du transformateur. Les capacités C sont de l'ordre de 4 millièmes



D'autres montages plus compliqués permettent de franchir les interrupteurs ou de travailler avec deux longueurs d'onde.

Bien entendu, si l'on met à la terre l'un des fils de ligne, l'autre ne doit y être mis qu'à travers un circuit bouchon pour la haute fréquence.

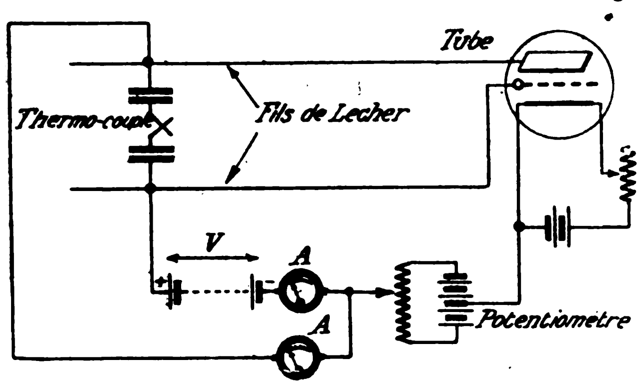
Un dispositif d'appel est prévu; il consiste en un amplificateur actionnant un relai sensible. Par mesure de sécurité, la sonnerie d'appel fonctionne lorque l'amplificateur cesse de donner du courant (batteries déchargées, lampe éteinte, etc.).

L'auteur recommande d'employer beaucoup de puissance à l'émission pour ne pas être obligé d'amplifier fortement à la réception. — P. David.

ANALYSES

ONDES COURTES

Ondes très courtes produites par tubes électroniques; GILL et MORRELL. *Phil. Mag.*, 1922, 44, p. 161. *Jahrbuch*, janvier 1923, p. 33. — Les auteurs se proposent de compléter et d'expliquer les essais de Barkhausen et Kurz (*Phys. Zeitschrift*, janvier 1920), pour lesquels l'explication donnée par Whiddington (*Radio-Review*, nov. 1919 et juin 1920) leur paraît insuffisante. Il s'agit de la production d'ondes très courtes, de l'ordre du mètre, à l'aide d'un tube électronique ordinaire, dont la grille est portée à un potentiel élevé, la plaque restant au potentiel du filament, et ces deux électrodes étant réunies à deux « fils de Lecher ». Le montage est indiqué par la figure 1.



En déplaçant le couple le long des fils, on constate la présence d'ondes stationnaires. La longueur λ de ces ondes ne dépend pas de la longueur des fils; elle varie peu avec le chauffage et la tension plaqué; mais elle dépend de la tension grille V. On constate que le produit λ^2V reste constant lorsque V varie.

Par exemple, avec un tube Marconi M. T. 5, et pour des conditions de chauffage données, on a les valeurs indiquées dans le tableau I.

Longueur d'onde	V	produit λ^2 V
—	—	—
208 cm	156,5 volts	68.10^5
233	122,5	66
262	92,5	64
307	68,5	64,5
366	50,5	67,5

Les auteurs attribuent la production de ces ondes au mouvement des électrons entre grille et plaque, et à leur absorption partielle par la plaque. Ils précisent ce mécanisme de la manière suivante :

Un électron de charge e et de masse m, émis par le filament sans vitesse initiale, se trouve soumis au champ du potentiel V. Entre le filament et la grille, ce champ effectue un travail : $e.V$. Ce travail a pour effet de communiquer à l'électron une certaine force vive, et si v est la vitesse de l'électron à l'instant où il atteint la grille, on a :

$$e.V = 1/2\, m.v^2$$

d'où l'on tire :

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m}} \qquad (1)$$

Supposons d'abord que tous les électrons arrivent à la grille d'une

****

GRAMMONT

Services commerciaux : 10, rue d'Uzès, PARIS

Central 19-43, 21-85 ═══════ Gutenberg 00-54

Amateurs !

Vous qui désirez
une excellente audition



exigez



Nos TRIODES

Nos AMPLIFICATEURS

Nos CASQUES et

Nos RÉCEPTEURS

USINES :

Département Téléphones et Amplificateurs
PARIS et MALAKOFF

Département Lampes
LYON CROIX-ROUSSE

Foire de Paris, Groupe de l'Électricité, hall n° 3, stand 3234 et 3236

façon uniforme avec la même vitesse v. Un certain nombre sont arrêtés. Les autres continuent leur chemin et à partir de ce moment se trouvent soumis à une accélération retardatrice f. Ils s'arrêtent au bout d'un temps T, donné par :

$$v = f.T. \tag{2}$$

puis repartent, vers la grille. Un électron qui aura franchi la grille à l'instant t_0 aura donc à l'instant t la vitesse :

$$\frac{dx}{dt} = v - f(t - t_0) = f(T + t_0 - t). \tag{3}$$

Il est évident que si la plaque est exactement au potentiel du filament, les électrons n'ont pas de raison de l'atteindre. Mais il en est autrement si la plaque est un tant soit peu positive; alors elle capte les électrons, qui s'écoulent extérieurement au tube, vers le filament.

Si la plaque est tantôt positive, tantôt négative, c'est-à-dire si son potentiel est de la forme :

$$V_0 \sin . pt,$$

elle exercera sur les électrons des attractions et des répulsions successives. Pour qu'un électron atteigne la plaque, il faudra que l'attraction l'emporte sur la répulsion, c'est-à-dire que le travail effectué par l'électron dans le champ alternatif soit négatif. Calculons ce travail. Supposons V_0 assez petit pour pouvoir être négligé devant V. Alors les vitesses ne sont pas sensiblement modifiées, l'égalité (3) subsiste. Le déplacement de l'électron est donc :

$$dx = f(T + t_0 - t).dt.$$

Or, en appelant d la distance entre la grille et la plaque, le champ dû au potentiel alternatif $V_0 . \sin . pt$ est :

$$\frac{V_0 \sin p.t}{d}$$

La force qui s'exerce sur l'électron est donc :

$$e. \frac{V_0 . \sin p.t}{d}$$

Donc enfin, le travail effectué par un électron dans le temps dt, est :

$$dW = e. \frac{V_0 . \sin p.t.}{d} f(T + t_0 - t).dt$$

Par suite, le travail effectué par cet électron dans son parcours d'aller entre la grille et la plaque est :

$$W_a = \int_{t_0}^{t_0 + T} dW = \frac{2eV_0}{T^2} \left[\frac{T . \cos pt_0}{p} + \frac{\sin . pt_0 - \sin . p(T + t_0)}{p^2} \right] \tag{4}$$

Il est possible, connaissant T, de calculer les valeurs de cette expression pour différentes valeurs de p et de t_0. On peut donc déterminer entre quelles valeurs α et β de t_0 cette expression est positive ; ce qui revient, d'après ce qu'on a vu plus haut, à déterminer quels sont les électrons qui reviennent vers la grille sans avoir atteint la plaque : ce sont ceux qui ont passé la grille entre les instants α et β. Ceux qui l'ont passée pendant le reste de la durée T ont, au contraire, été captés par la plaque.

Un électron revenant vers la grille entre les instants $(t_0 + T)$ et $(t_0 + 2T)$ effectue, au cours de ce trajet de retour, un travail :

$$W_r = \int_{t_0 + T}^{t_0 + 2T} dW = \frac{2eV_0}{T^2} \left[- \frac{T \cos . p(t_0 + 2T)}{p} + \frac{\sin . p(t_0 + T) \sin p(t_0 + 2T)}{p^2} \right] \tag{5}$$

W_a et W_r représentent le travail effectué par un électron dans son trajet aller et dans son trajet retour entre grille et plaque en appelant t_0 l'instant où cet électron a passé la grille. Mais les électrons passent la grille de façon sensiblement continue et uniforme. Admettons que ceux qui ont passé la grille dans l'intervalle de temps dt_0,

effectuent dans leur voyage aller, le travail :

$$W_a . dt_0$$

et dans leur voyage retour, le travail :

$$W_r . dt_0 .$$

Alors, dans l'intervalle d'une période, le travail total effectué par tous les électrons dans leur voyage aller est :

$$(6) \qquad \int_{t_0 = 0}^{t_0 = \frac{2\pi}{p}} W_a . dt_0 .$$

Il est facile de voir que cette intégrale est nulle.

Au contraire, le travail total effectué dans leur trajet retour par ceux des électrons qui reviennent vers la grille, n'est pas nul. Car l'intégrale de l'expression : $W_r \, dt_0$ ne doit pas être prise dans toute la période, mais seulement dans l'intervalle $\alpha\beta$ que nous avons déterminé plus haut; car seuls les électrons qui ont passé la grille dans cet intervalle effectuent le trajet retour.

Par suite, l'expression :

$$(7) \qquad \int_{\alpha}^{\beta} W_r . dt_0$$

représente le travail total effectué par les électrons du tube dans le champ alternatif $V_0 . \sin pt$.

Si ce travail est négatif, c'est que les électrons cèdent de l'énergie aux oscillations; c'est donc que ces oscillations peuvent être entretenues par le tube.

L'auteur a fait le calcul complet relatif au tube employé. Il calcule d'abord la durée de trajet T, et trouve :

$$(8) \qquad T = \frac{2,87 \times 10^{-8}}{\sqrt{V}} \text{ seconde.}$$

Puis, il calcule entre quelles valeurs de t_0 (ou, ce qui revient au même, entre quelles valeurs de $p.t_0$) l'expression (4) est positive. Il intègre l'expression (7) dans cet intervalle et obtient ainsi le travail cherché.

Les résultats du calcul sont indiqués dans le tableau II pour le cas où V = 44 volts :

Valeurs de p	Longueur d'onde correspondante	Valeurs de pt_0 entre lesquelles les électrons reviennent à la grille.	Travail effectué par eux.
—	—	—	—
$\pi/4T$	1040 cm	165-345 degrés	néglig.
$\pi/2T$	520	150-330	— 0,47
$3\pi/4T$	347	135-315	— 0,85
π/T	260	120-300	— 0,36
$\pi/2T$	130	90-180	— 0,32
en deçà		. . . . . .	néglig.

On voit que le tube fournira le maximum d'énergie à une oscillation de pulsations $3\pi/4T$. C'est donc évidemment cette oscillation-là qui se produira spontanément. Dans le cas ci-dessus, le tube entretiendrait donc l'onde de 347 cm. Il suffit de se reporter au tableau I pour vérifier que c'est bien en effet le chiffre qu'on obtient pour V = 44 volts. L'accord de la théorie et de l'expérience est donc satisfaisant sur ce point.

D'autre part, quel que soit V, l'oscillation entretenue par le tube sera celle dont la pulsation est $3\pi/4T$. Or, d'après (8), la durée T est proportionnelle à $\sqrt{V}$. Par suite, on aura constamment p proportionnel à $\sqrt{V}$; c'est-à-dire que le produit $\lambda^2 V$ sera constant. Nous avons vu qu'il en était bien ainsi.

La théorie ci-dessus est une première approximation des phénomènes. Les auteurs indiquent comment on peut la corriger pour tenir compte de trois facteurs : variations alternatives du potentiel grille, adjonction d'une tension continue sur la plaque, et chute de tension le long du filament.

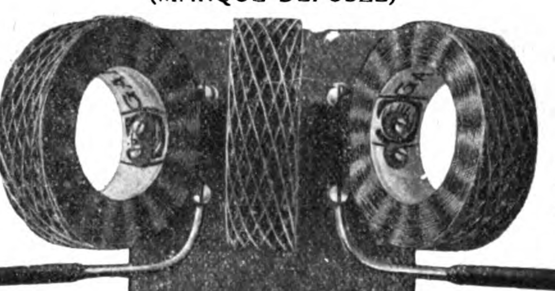
Ils font remarquer enfin que dans la mesure des tensions d'ionisation d'une lampe par la méthode habituelle, il peut se produire sans qu'on y prenne garde, des ondes de même nature que celles étudiées ci-dessus, ce qui fausserait notablement les résultats. — P. DAVID.

BOBINES EN NID D'ABEILLE

"GAMMA"

(MARQUE DÉPOSÉE)

Un support **GAMMA** est un ampli à moitié monté



Prix du support seul
Double . 18 fr.
Triple... 30 fr.

NUMÉROS	TOURS	DIAMÈTRE DU FIL EN m/m	INDUCTANCE en millihenrys	LONGUEUR D'ONDE EN MICROFARAD SUR					PRIX	
				Propre	1/10000	5/10000	1/1000	2/1000	NUES	MONTÉES
0	15	0,55	0,023	< 100	105	204	281	398	4 »	11 »
0 *bis*	22	0,55	0,065	≤ 100	168	337	467	662	4 10	11 10
1	30	0,55	0,090	115	213	409	577	818	4 20	11 20
1 *bis*	45	0,55	0,180	175	290	597	824	1.165	4 60	11 60
2	60	0,55	0,303	240	410	818	1.160	1.642	5 »	12 »
2 *bis*	90	0,55	0,610	275	510	1.070	1.465	2.070	6 »	13 »
3	120	0,40	1,120	300	685	1.405	1.950	2.760	6 75	13 75
3 *bis*	150	0,40	1,520	360	750	1.620	2.200	3.120	8 50	15 50
4	250	0,40	3,500	600	1.200	2.410	3.340	4.730	10 50	17 50
5	500	0,30	17,600	1.200	2.500	5.500	7.500	10.600	16 80	24 »
6	1 000	0,21	60,600	2.200	5.000	10.000	14.300	20.250	22 60	30 »
S. 1	1 250	0,21	105,900	3.000	6.250	13.200	18.700	26.500	28 »	38 »
S. 2	1 500	0,21	156, »	3.800	7.200	15.950	22.300	31.600	32 »	42 »

Étalonnage effectué par l'Établissement Central du Matériel de Radiotélégraphie militaire

Majoration provisoire : 15 %

EXIGER LES NOUVEAUX MODÈLES 1924

SOLIDES - PROTÉGÉS EXTÉRIEUREMENT - ÉLÉGANTS

Téléphone MARCADET 31-22 — EN VENTE PARTOUT — **Chèques postaux : PARIS 595-84**

ADOPTÉS PAR MM. LES CONSTRUCTEURS

Registre du Commerce : Seine 210-285

Demander notre notice B

Appareillage GAMMA, 16, rue Jacquemont, PARIS (17e)

Agents dépositaires en Espagne :

Sociedad Ibérica de Representaciones, Megia Lequerica, 4, Madrid

PROPAGATION

Étude de l'affaiblissement des signaux radiotélégraphiques; J.-H. Dellinger, L.-E. Whittemore, S. Kruse. *Scientifics Papers of the Bureau of Standards*, p. 476, 25 septembre 1923. — Les auteurs commencent par rappeler qu'une des plus grandes difficultés rencontrées dans les émissions radiotélégraphiques par courtes ondes consiste dans les phénomènes d'affaiblissement qui se produisent d'une façon soudaine. Ces phénomènes sont particulièrement marqués sur les ondes de 400 mètres. C'est pour chercher la cause de ces affaiblissements que le Bureau of Standards entreprit à la fin de 1920 et au commencement de 1921, les expériences dont le détail suit.

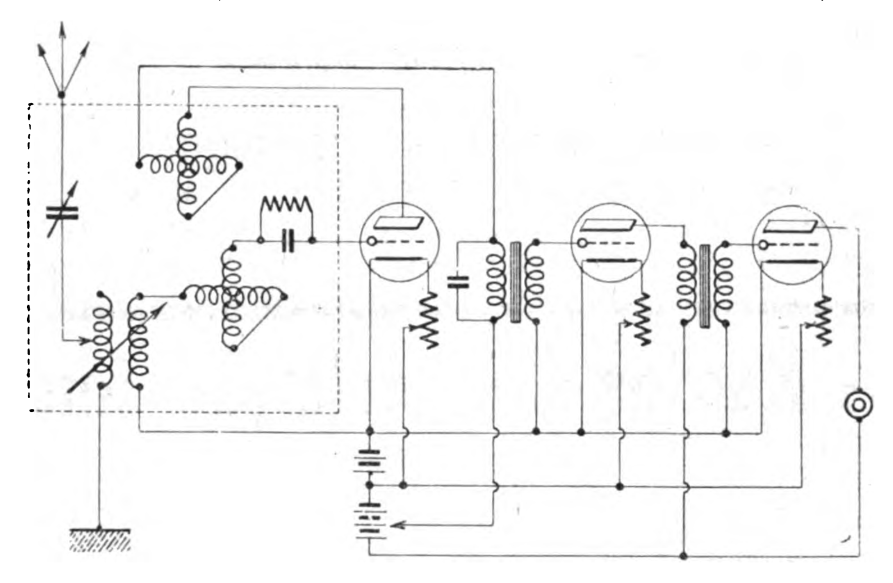
Elles ont porté sur des longueurs d'onde de 250 m et 375 m et furent conduites de la façon suivante : trois fois par semaine à 10 heures (temps est des États-Unis) des émissions étaient faites de dix minutes en dix minutes par six postes.

Ces émissions commençaient immédiatement après l'envoi de l'heure par la station d'Annapolis, ce qui permettait aux divers opérateurs un réglage exacte de leurs montres.

Le schéma des émissions était le suivant :

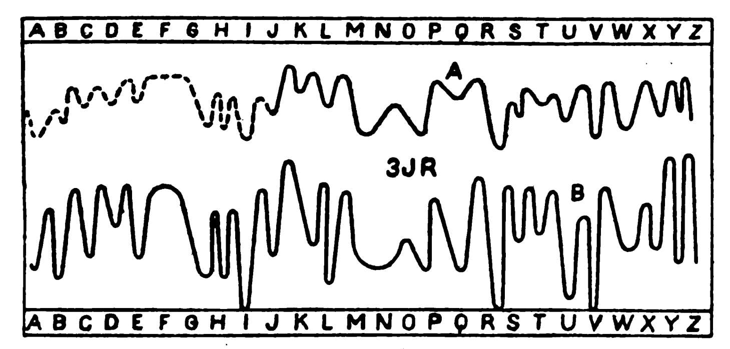
QST QST QST de 1Aw 1Aw 1Aw (indicatif de l'émetteur) Bureau of Standards ARRL fading test de 1Aw 1Aw 1Aw — · · · AAAAA BBBB (etc.)..... ZZZZZ · - - - 1Aw.

Les lettres de l'alphabet étaient répétées cinq fois à la vitesse de quinze mots à la minute. Tous les postes émetteurs étaient des postes à étincelles ou à ondes entretenues modulées. Ces émissions étaient suivies par environ 243 personnes pour la plupart des amateurs choisis par l'American Radio Relay League. Le dispositif de réception était presque uniformément le suivant.



Antenne en L de 4 à 6 fils de 20 m de hauteur et de 20 m de longueur, la prise de terre étant le plus souvent constituée par des tuyauteries d'eau. Secondaire constitué par un variomètre sans capacité. Amplificateur à réaction comportant une lampe détectrice du modèle lampe douce et deux lampes amplificatrices basse fréquence du modèle lampes dures.

Les opérateurs cotaient de 1 à 9



les lettres entendues successivement.

Ils n'avaient du reste qu'à remplir des tableaux préparés à cet effet par le Bureau of Standards, et qui devaient comporter également des indications sur les conditions météorologiques et sur l'intensité des perturbations atmosphériques.

Les deux premières séries d'essais (juillet et octobre 1920) avaient uniquement pour but de comparer en divers points les affaiblissements des diverses stations émettrices.

Les essais de janvier 1921 avaient pour but de rechercher l'influence de la longueur d'onde sur l'affaiblissement. Deux stations assez voisines transmettaient simultanément sur des longueurs d'onde un peu différentes par exemple 250 m et 300 m.

Enfin, en avril 1921, on fit émettre simultanément et même synchroniquement deux stations voisines sur la même longueur d'onde, mais avec des notes différentes ce qui permettait de les différencier.

Nous ne saurions décrire ici les divers procédés employés au Bureau of Standards pour mettre en œuvre les matériaux ainsi obtenus. On se rendra compte du travail qu'a pu représenter cette mise en œuvre par ce fait que ce n'est qu'en 1923 que les résultats ont pu être publiés. Nous nous bornerons à reproduire le tableau des conclusions qui termine l'article :

	Affaiblissement	Force des signaux
Longueur d'onde . . .	Un peu plus fréquent quand la longueur d'onde est plus courte.	D'autant plus intenses que la longueur d'onde est plus courte.
Pression barométrique . .	Plus fréquent lorsque la transmission se fait dans le sens d'un gradient barométrique.	Plus intenses si la transmission se fait suivant les lignes isobares.
Température	Un peu plus fréquent quand la transmission se fait dans le sens d'un gradient de température.	Plus intenses si la transmission se fait suivant les lignes isothermes.

L'examen des résultats montre que les phénomènes d'affaiblissement ne se manifestent pas en même temps dans tous les postes de réception. Les relevés d'observateurs situés à quelques kilomètres les uns des autres étaient totalement différents.

Dans les essais de janvier où des stations de longueur d'onde légèrement différentes transmettaient simultanément, les phénomènes d'affaiblissement ne se produisaient pas en même temps pour les deux postes. Il en fut de même dans les essais d'avril où les deux stations trans-

mettant simultanément avaient la même longueur d'onde.

Bref on peut dire que le phénomène d'affaiblissement est purement local, ne se faisant sentir à un instant donné que dans une zone de réception limitée. C'est un phénomène très instantané et très passager comme le montrent certains résultats de mesures publiés dans le travail où l'on voit des affaiblissements d'une durée de quelques secondes Pour expliquer ces phénomènes d'affaiblissements les auteurs s'appuient sur l'existence de ce qu'on appelle la couche d'Heaviside. L'atmosphère peut être considérée comme composée de couches successives.

a) La troposphère où se produisent les phénomènes météorologiques. Elle a 10 kilomètres de hauteur.

b) Une couche radioactive séparant la troposphère de la stratosphère. L'existence de cette couche n'est pas absolument certaine.

c) La stratosphère couche de température constante d'une centaine de kilomètres de hauteur. Pendant le jour, les gaz de la stratosphère sont ionisés par les rayons solaires, mais cette ionisation disparait pendant la nuit.

d) La couche d'Heaviside complètement ionisée et constituant un conducteur parfait.

Pendant le jour, l'ionisation de la stratosphère empêche les ondes d'arriver jusqu'à la couche d'Heaviside. On ne peut recevoir que les ondes ayant cheminé à la surface de la terre et ayant de ce fait subi une absorption. De nuit, au contraire, les ondes arrivent jusqu'à la couche d'Heaviside le long de laquelle elles glissent sans absorption.

C'est ce qui explique les portées considérables réalisées de nuit surtout par les petites ondes. Mais la surface inférieure de la couche d'Heaviside n'est pas plane. Elle présente des irrégularités qui provoquent des absorptions d'ondes.

De petites irrégularités doivent avoir plus d'influence sur les ondes courtes que sur les ondes longues. On conçoit dans ces conditions que les ondes de 250 m peuvent subir plus d'affaiblissement que les grandes ondes.

Des expériences récentes semblent indiquer que les ondes de 100 m seraient moins sujettes à l'affaiblissement que les ondes de 250 m. Ceci d'après les auteurs donnerait une idée de l'ordre de grandeur des irregularités de la couche d'Heaviside.

Le fait de l'absorption, différente pour les longueurs d'onde, peut être rapproché de ce résultat que les ondes lumineuses peuvent traverser des couches de substance très minces (0,00001 cm d'épaisseur).

On conçoit que dans ces conditions, l'obstacle qui peut arrêter une onde de 200 m n'arrêtera pas une onde de 2 000 m.

On peut donc dire que pour les ondes de 250 m et de 400 m, l'intensité de la réception pendant la nuit peut varier entre deux limites. La limite supérieure est celle donnée par la formule théorique de propagation sans absorption et la limite inférieure, la valeur donnée par la formule de propagation affectée du facteur d'absorption d'Austin et qui correspond aux transmissions de jour. A petite distance de l'émetteur, l'absorption par le sol est négligeable, les transmissions ont la même intensité de jour et de nuit et il ne saurait y avoir d'affaiblissement. Enfin, l'un des auteurs rappelle qu'il a proposé une théorie des phénomènes observés en admettant l'existence de franges d'interférences produites par des ondes réfléchies soit sur des nuages ou des bancs de brouillard, soit sur la couche d'Heaviside.

Le déplacement de ces franges expliquerait les variations d'intensité constatées à la réception.

On conçoit que des nuages ou des bancs de brouillard, à cause de leurs dimensions, peuvent réfléchir de petites ondes et ne pas réflechir les grandes. — JOUAUST.

DIVERS

Méthodes de mesure des propriétés électriques des matériaux isolants; J. H. Dellinger et J. L. Preston. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, vol. 19, n° 471, mai 1923 (p. 39-72). — Le principe de ces méthodes consiste à soumettre un condensateur constitué par une lame du diélectrique, flottant sur du mercure et supportant une couche de mercure, à une série de mesures permettant de connaitre ses diverses constantes en haute fréquence.

Un diélectrique de condensateur absorbe de l'énergie de sorte que les condensateurs ordinaires sont en réalité équivalents à une résistance en série avec une capacité (indépendamment des pertes possibles par conductibilité qui constituent une conductance en parallèle avec la capacité).

On peut mesurer la « résistance équivalente » du condensateur par une méthode directe consistant à évaluer la résistance totale d'un circuit oscillant constitué par le condensateur, une self et un thermocouple. On effectue la détermination en mesurant le courant à la résonance avec une résistance en série de valeur connue, puis sans elle et enfin en obtenant la resonance avec un condensateur étalon à air et sans résistance apparente.

On obtient ainsi la résistance apparente du diélectrique et aussi son pouvoir inducteur spécifique, puisque la capacité est connue ainsi que les dimensions.

Une autre série d'essais consiste à soumettre le diélectrique à des tensions de haute fréquence de valeur croissante jusqu'à décharge, puis rupture. La détermination de la résistance superficielle et de la résistance en volume est également décrite, ainsi que leur variation suivant l'état hygroscopique de l'air (séjours de durée variable en présence de solutions aqueuses d'acide sulfurique ayant des tensions de vapeur d'eau bien définies). Les courants de conduction très faibles sont mesurés en les utilisant pour charger un condensateur qu'on décharge dans un balistique.

L'opuscule indique également les principaux essais mécaniques (mesure de densité, élasticité, dureté) et chimiques (séjours de 2 à 60 jours dans une solution sulfurique et dans une solution de soude caustique avec mesures de la densité et de la durete). — R. Dubois.

Description et emploi d'un élément d'amplificateur basse-fréquence; Circulaire of the Bureau of Standards, n° 141. — Notice destinée aux amateurs, contenant la construction détaillée d'un élément d'amplificateur basse fréquence à transformateur, analogue au Radio-Bloc français, pouvant être utilisé seul ou avec d'autres unités identiques pour former un amplificateur à plusieurs étages. — R. Dubois.

BIBLIOGRAPHIE

Les Accumulateurs Electriques, par A. Soulier (Garnier frères, 1 vol., 8 fr.). — Ce petit ouvrage, facile à lire et plein de judicieux conseils, sera utile à tous ceux qui possèdent des accumulateurs. Son auteur indique sommairement le principe de la fabrication des accumulateurs; passe en revue les modèles des divers fabricants; puis aborde la question de leur recharge. Il décrit les principaux redresseurs en usage et montre les avantages des soupapes à vibreur qu'il construit depuis 1905, et qu'il a notablement perfectionnées jusqu'au type actuel.

Enfin, il termine en exposant de quelle manière doivent être entretenus et soignés les accumulateurs, soit en période de travail soit au repos; et comment un traitement approprié peut faire disparaitre la sulfatation des plaques, lorsqu'on l'a laissée se produire. — P. David.

Piles "SPARK" T. S. F.

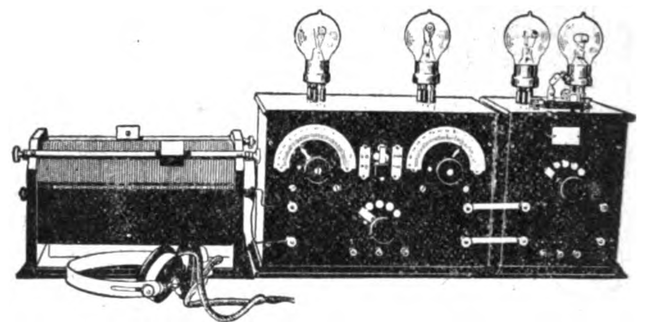
BLOCS PILES SÈCHES "SPARK" 40 ET 60 VOLTS

BATTERIES HUMIDES, ACCUMULATEURS

Postes complets

Pièces détachées

Haut-Parleurs



Auditions, notice et renseignements gratuits

ÉTS PAZ & SILVA

55, rue Sainte-Anne
PARIS (2e arr^t)
R. C. Seine 109.347

PLUS DE PILES

PLUS D'ACCUS

avec le

RADIO-SECTEUR

Fonctionnant avec le courant lumière

110 volts

PRIX
avec ses 4 lampes
1.300 fr.

E. FROCK

G. PÉRICAUD

26, 28, 30, rue des Mignottes, PARIS-XIXe

Tél. Combat 12-17 R. C. Seine 60.658

APPAREILS GARANTIS. - DEVIS GRATIS

Cours d'Électricité générale de l'École Navale (Tome III), 382 pp.; E. Haudié, agrégé des sciences physiques, professeur à l'École Navale. Édité par la Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob, Paris.

Les deux premiers tomes du cours de M. Haudié étaient consacrés à l'étude du courant continu, étude pour laquelle il avait pris comme point de départ l'électrocinétique, laissant pour plus tard l'examen des phénomènes beaucoup moins familiers de l'électrostatique. Au point de vue industriel, ces derniers n'ont d'applications intéressantes qu'en courant alternatif et c'est pourquoi l'auteur les a placés en tête de son tome III qui traite spécialement des courants alternatifs.

Après avoir indiqué les phénomènes généraux qui sont à la base de l'électrostatique, il examine avec le plus grand soin les notions de capacité et d'induction électrique tant au point de vue des principes eux-mêmes qu'à celui des applications aux condensateurs et aux mesures.

Le chapitre suivant est relatif à l'exposé des propriétés des courants alternatifs et cet exposé est particulièrement bien adapté à leur utilisation effective. M. Haudié ne se contente pas d'énoncer des définitions et des règles; il les met immédiatement en application et donne ainsi au lecteur le moyen de se familiariser avec des notions nouvelles pour lui, avant qu'elles ne soient employées dans la suite comme des éléments indispensables. C'est ainsi qu'il fait de très nombreuses applications des constructions vectorielles pour étudier tous les phénomènes auxquels donnent lieu les inductances, les capacités et leurs combinaisons diverses; il étudie par leur moyen les phénomènes de surtension, les puissances effectives et réactives.

Après avoir passé en revue les appareils de mesure, il aborde les alternateurs et les transformateurs en courants monophasés et polyphasés et ces appareils sont traités de la même façon que les principes généraux dont ils dérivent, toujours clairement, et en allant au fond de la question telle qu'elle a été posée par l'auteur. Dans chaque cas, les appareils utilisés dans la marine sont examinés.

Les transformateurs polymorphiques (rotatifs et statiques) font l'objet d'un chapitre et l'ouvrage se termine par un exposé de 100 pages sur les Ondes électriques et les principes de radiotélégraphie, et de radiotéléphonie. Cette dernière partie contient une théorie précise de tous les principes qui se trouvent à la base des applications de la haute fréquence.

Pour caractériser complètement l'ouvrage, nous devons ajouter que c'est l'œuvre d'un professeur qui n'a fixé son cours qu'après l'avoir enseigné pendant plusieurs années, en le repassant chaque fois sur le métier pour lui donner cette clarté si recherchée de l'étudiant, clarté bien difficile à obtenir quand on n'a pas fouillé minutieusement l'esprit de ceux qui ont justement fonction de comprendre. Ce n'est d'ailleurs pas là une opinion personnelle; nous avons professé à l'École Navale avec M. Haudié et nous savons en quelle estime son enseignement est tenu par ses élèves. — Mesny.

ANALYSES

TUBES ÉLECTRONIQUES

Les tubes à vide thermoioniques et leurs applications; R.-W. King. *The Bell System technical Journal,* tome II, pp. 31-100, octobre 1923. — Dans cet article d'un caractère didactique, l'auteur résume tous les renseignements que nous possédons sur la technique et le fonctionnement des lampes à trois électrodes. Après avoir indiqué les propriétés caractéristiques des lampes et leurs procédés de mesure, l'auteur expose les principes de construction des divers types d'amplificateurs. Il indique quelques procédés de mesure d'amplification qui ne s'appliquent du reste qu'aux amplificateurs à fréquence musicale. Après avoir indiqué comment la lampe peut être utilisée comme détecteur, il aborde la question de la production des oscillations de haute fréquence et décrit les différents schémas utilisés pour les postes à lampes et les principaux procédés de modulation utilisés en radiotéléphonie.

A propos des lampes, il signale les divers bruits qui se produisent dans les lampes, indique que certains filaments de tungstène donnent naissance à des crépitements. D'après lui, les bruits dits de friture seraient dus à une inégale absorption des électrons par la grille. Ces bruits dont la fréquence serait de l'ordre de 300 périodes par seconde seraient équivalents à des variations de la tension plaque de 5.10^{-7} à 5.10^{-6} volts. L'intensité de ces bruits croîtrait avec l'impédance du circuit plaque de la première lampe et avec celle du circuit d'entrée.

Au sujet des postes à lampes, il indique que la tension maximum grille ne doit jamais dépasser la tension minimum plaque et signale que la valeur maximum du courant plaque i_p peut être calculée par la formule approximative

$$i_p\,(R + R_0) = \frac{E_p}{\sqrt{a}}$$

E_p étant la valeur moyenne de la tension plaque, R la résistance équivalente au circuit oscillant et R_0 une grandeur que l'on peut confondre avec la résistance interne.

Il signale, pour terminer, certaines applications particulières des lampes comme leur emploi à la régulation des dynamos électriques et décrit l'emploi de la lampe comme manomètre à ionisation pour la mesure des faibles pressions. — R. Jouaust.

Tubes électroniques au néon et de leur emploi en radio-électricité; E. H. Robinson. *Experimental Wireless,* octobre 1923. — L'auteur étudie dans cet article les propriétés des lampes au néon du commerce et les usages qu'elles peuvent avoir. Ces

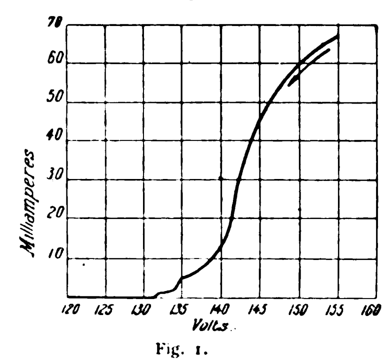


Fig. 1.

lampes, analogues aux tubes de Geissler, sont caractérisées par le fait qu'une tension continue de 200ᵛ entre électrodes suffit pour les faire fonctionner, ceci provient de la grande conductibilité du néon lorsqu'il est ionisé. Ce sont des lampes dans lequel le vide est très mou, le néon contient

****

GRAMMONT

Services commerciaux : 10, rue d'Uzès, PARIS

Central 19-43, 21-85 —— Gutenberg 00-54

Amateurs !

Vous qui désirez
une excellente audition



exigez



Nos TRIODES

Nos AMPLIFICATEURS

Nos CASQUES et

Nos RÉCEPTEURS

USINES :

Département Téléphones et Amplificateurs — **PARIS et MALAKOFF**

Département Lampes — **LYON CROIX-ROUSSE**

Foire de Paris, Groupe de l'Électricité, hall n° 3, stand 3234 et 3236



une petite quantité d'hélium et des traces d'hydrogène y sont ajoutées. Il faut exclure toute trace de vapeur d'eau.

Ces lampes contiennent une résistance de sûreté, qu'il faut enlever avant de faire les essais qui suivent. Les plus intéressantes propriétés de la lampe au néon découlent de ce que c'est un conducteur n'obéissant pas à la loi d'Ohm; la figure 1 donne la caractéristique d'une lampe « Osglim ».

Mais d'autres particularités viennent s'ajouter à celle-là; les tensions d'allumage et d'extinction ne sont pas les mêmes, il y a une tension au-dessus de laquelle la décharge ne se produit pas, mais une fois obtenu, l'éclat peut être maintenu avec une tension inférieure à celle requise pour l'allumage (analogie avec l'arc). Si les électrodes sont inégales, la conductibilité n'est pas la même suivant le sens du courant, la lampe étant meilleure conductrice lorsque la cathode est l'électrode la plus grande.

Si une lampe au néon devant fonctionner sous 200 v est employée pendant quelque temps sous 300 ou 400 v, ses propriétés changent, son éclat d'une couleur orange devient lilas pale frangé de bleu ou de vert. Une lampe ainsi poussée nécessitera toujours une tension d'allumage supérieure à celle pour laquelle elle avait été construite.

La figure 2 montre le schéma de l'emploi d'une lampe au néon comme

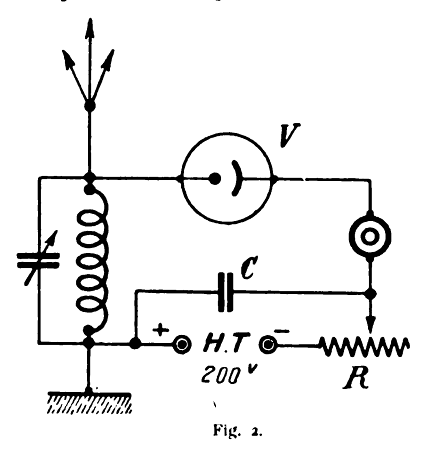


Fig. 2.

détecteur; cet emploi découle de cette propriété de posséder une conductibilité différente suivant le sens du courant, mais la rectification ainsi obtenue n'est que partielle. Au moyen de la résistance R, la tension aux bornes est ajustée à la limite d'extinction. Les résultats obtenus sont inférieurs à ceux d'un bon cristal.

La figure 3 montre la lampe V fonc-

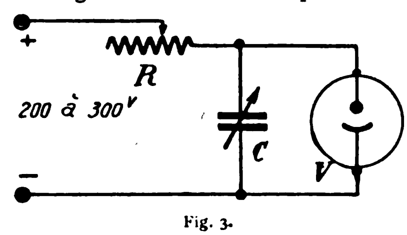


Fig. 3.

tionnant en oscillatrice; lorsque la lampe étant shuntée par un condensateur, on amène sa tension aux bornes jusqu'à la limite d'extinction, la lampe est traversee par un courant pulsatoire affectant la forme indiquée (fig. 4).

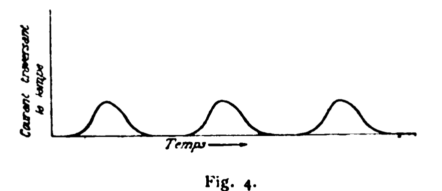


Fig. 4.

La fréquence des oscillations dépend de c et de la tension aux bornes. En employant pour B une résistance de l'ordre de celle de la lampe, on peut produire des oscillations dont la fréquence est d'environ 25 000 par seconde au maximum; mais vu la forme du courant obtenu, le nombre d'harmoniques produit est énorme et un récepteur hétérodyne permet de se rendre compte que l'on reçoit fortement les divers harmoniques jusque vers une longueur d'onde de 400 m. Cette production d'harmoniques est ici un avantage, car elle permet, en intercalant une self en série avec la lampe, de coupler ce circuit avec un circuit oscillant accordé sur l'harmonique considéré; le réglage s'effectue au

moyen de C_1 et de R jusqu'à ce que la résonance soit obtenue dans L_2 C_2 (fig. 5). L_1 est telle que avec C_1 elle

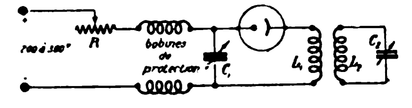


Fig. 5.

puisse fournir la même gamme que L_2 C_2; le circuit fermé L_2 C_2 peut d'ailleurs être remplacé par une antenne accordée.

La première difficulté que l'on rencontre est la faiblesse de la puissance obtenue, une amélioration consiste à pousser les lampes vers 400 v, ce qui permet d'ailleurs d'obtenir une fréquence fondamentale plus élevée et des harmoniques plus nombreux et plus puissants.

Il faut, pour obtenir des ondes entretenues très pures, disposer d'un courant continu d'alimentation absolument constant car la fréquence fondamentale dépend de cette tension. Si cette tension est absolument fixe, on obtient des ondes entretenues aussi pures qu'avec un tube à vide ordinaire.

Cette sensibilité de la fréquence des oscillations aux variations de la tension d'alimentation permettra d'obtenir une modulation téléphonique très sensible en intercalant en série avec la tension d'alimentation, le secondaire du transformateur de modulation ; le montage indiqué sur la figure 6 module sur la self d'antenne lorsqu'on parle devant le microphone, la résistance de la lampe varie à cause de sa caractéristique curviligne, et étant en parallèle avec l'antenne, il en résulte des varia-

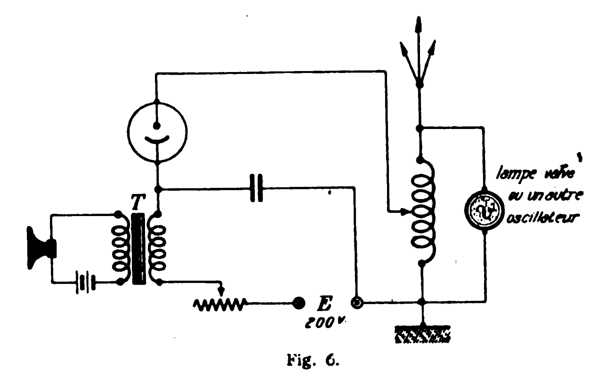


Fig. 6.

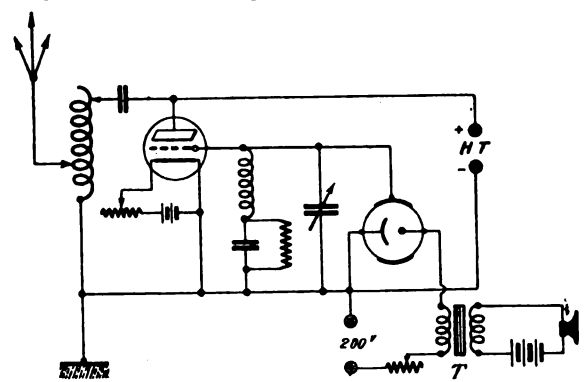
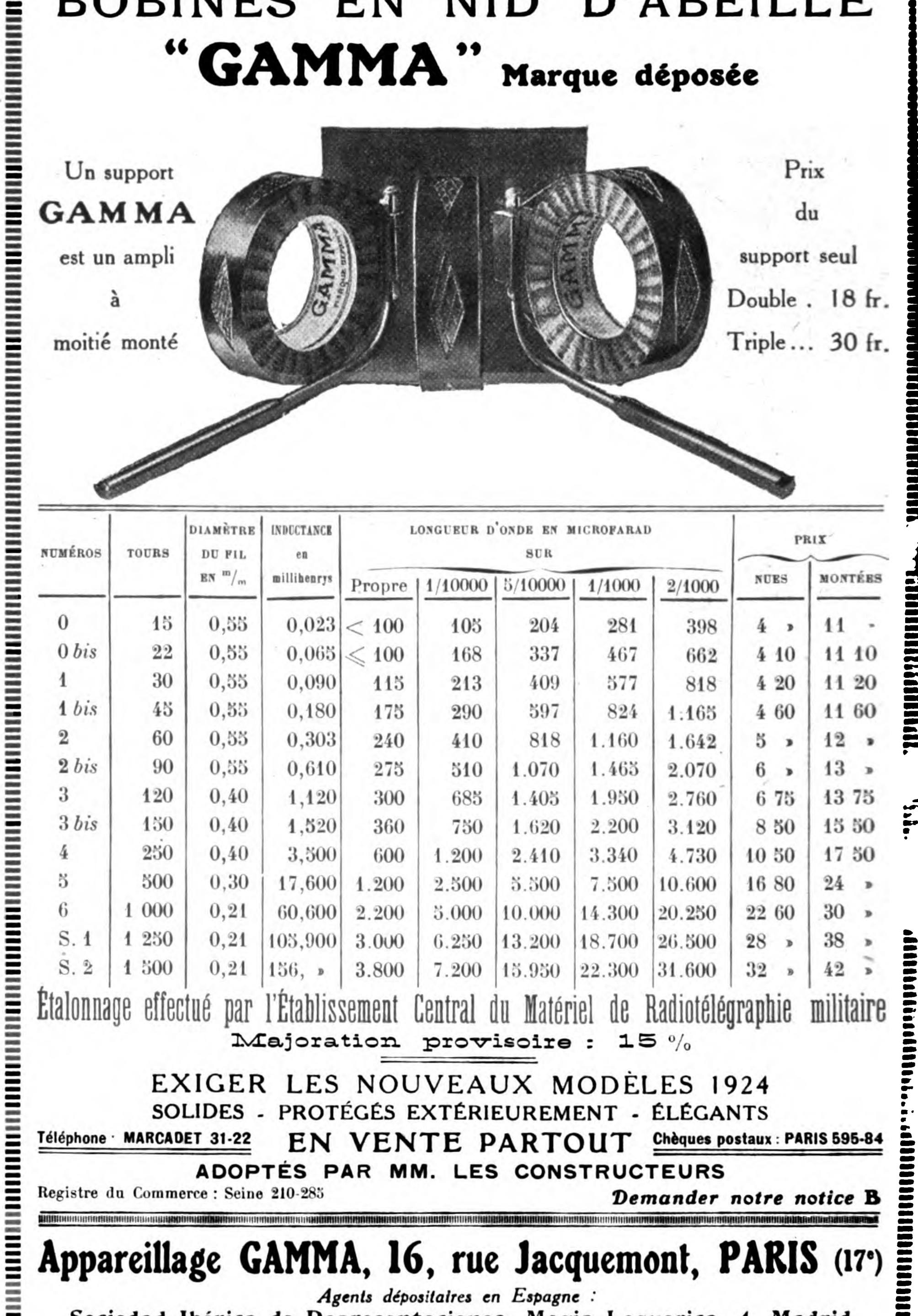


Fig. 7.



NUMÉROS	TOURS	DIAMÈTRE DU FIL EN m/m	INDUCTANCE en millihenrys	LONGUEUR D'ONDE EN MICROFARAD SUR: Propre	1/10000	5/10000	1/1000	2/1000	PRIX: NUES	MONTÉES
0	15	0,55	0,023	< 100	105	204	281	398	4 »	11 -
0 *bis*	22	0,55	0,065	< 100	168	337	467	662	4 10	11 10
1	30	0,55	0,090	115	213	409	577	818	4 20	11 20
1 *bis*	45	0,55	0,180	175	290	597	824	1.165	4 60	11 60
2	60	0,55	0,303	240	410	818	1.160	1.642	5 »	12 »
2 *bis*	90	0,55	0,610	275	510	1.070	1.465	2.070	6 »	13 »
3	120	0,40	1,120	300	685	1.405	1.950	2.760	6 75	13 75
3 *bis*	150	0,40	1,520	360	750	1.620	2.200	3.120	8 50	15 50
4	250	0,40	3,500	600	1.200	2.410	3.340	4.730	10 50	17 50
5	500	0,30	17,600	1.200	2.500	5.500	7.500	10.600	16 80	24 »
6	1 000	0,21	60,600	2.200	5.000	10.000	14.300	20.250	22 60	30 »
S. 1	1 250	0,21	105,900	3.000	6.250	13.200	18.700	26.500	28 »	38 »
S. 2	1 500	0,21	156, »	3.800	7.200	15.950	22.300	31.600	32 »	42 »

Étalonnage effectué par l'Établissement Central du Matériel de Radiotélégraphie militaire

Majoration provisoire : 15 %

EXIGER LES NOUVEAUX MODÈLES 1924

SOLIDES - PROTÉGÉS EXTÉRIEUREMENT - ÉLÉGANTS

Téléphone · MARCADET 31-22 — EN VENTE PARTOUT — Chèques postaux : PARIS 595-84

ADOPTÉS PAR MM. LES CONSTRUCTEURS

Registre du Commerce : Seine 210-285

Demander notre notice B

Appareillage GAMMA, 16, rue Jacquemont, PARIS (17e)

Agents dépositaires en Espagne :

Sociedad Ibérica de Representaciones, Megia Lequerica, 4, Madrid

tions de l'amortissement de celle-ci.

La figure 7 montre l'emploi de la lampe au néon comme modulatrice, mais en lui adjoignant une troisième électrode constituée par du papier d'étain plaqué sur l'enveloppe de verre; quand la lampe fonctionne, elle est conductrice intérieurement et sa capacité (le papier d'étain forme une des armatures du condensateur) constitue pour les courants de haute fréquence un très bon conducteur. De très bons résultats sont ainsi obtenus, les deux batteries haute fréquence séparées de la figure 7 peuvent être réunies en une batterie commune.

La lampe au néon peut également être employée pour l'obtention de haute tension rectifiée utilisable pour les lampes valves.

La figure 8 représente le dispositif employé ; S est une bobine d'induction munie d'un interrupteur à grande vitesse. A la fermeture une faible tension apparaît aux bornes du secondaire, tension insuffisante pour amorcer la lampe ; à l'ouverture, une tension élevée de polarité opposée apparaît dans le secondaire, la lampe est alors traversée par un courant qui charge les condensateurs C_1 et C_2, ainsi la charge des condensateurs s'effectue toujours dans le même sens uniquement lors de la rupture du circuit primaire.

Pour terminer, il est bon de signaler que les lampes au néon ne sont pas les seules susceptibles de fournir les résultats précédents en radioélectricité, le tube au néon est commode parce que sa tension d'allumage est basse. Mais, en particulier, de très bons résultats sont obtenus en employant un tube contenant un mélange de vapeurs de phosphore et de mercure; on introduit dans une lampe "Osglim" une goutte de mercure et quelques grains de phosphore rouge, on la vide alors au moyen d'une pompe ordinaire en la maintenant sous tension. Un de ces tubes donna d'excellents résultats, fonctionnant sur une fréquence fondamentale de 50 000 ; le montage employé était celui de la figure 5, L_2 C_2 étant remplacé par une antenne.

L'auteur pense que des résultats bien supérieurs pourront être obtenus, si l'on s'attache non seulement à l'étude du gaz remplissant la lampe, mais aussi à la forme des électrodes. — H. D'HOMBRES.

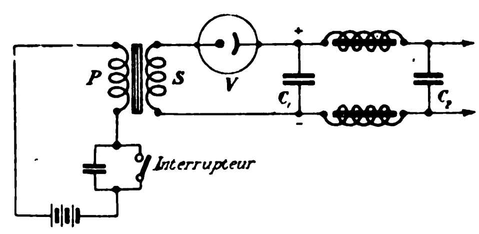


Fig. 8.

RADIOTÉLÉPHONIE

Les principes fondamentaux qui régissent la construction des haut-parleurs; A. NYMAN, *Wireless World and Radio Review*, 12 décembre 1923, pp. 340-345; 19 décembre 1923, pp. 385-387; *Radio Broadcast*, 28 septembre 1923. — L'auteur signale d'abord les *qualités requises* d'un bon haut-parleur :

1° A égale excitation, intensité de son égale entre 25 et 5 000 périodes;

2° Absence de propriétés de résonance introduisant des fréquences parasites ou des intensités exagérées;

3° Reproduction parfaite de la forme du courant d'excitation, fondamentale et harmoniques;

4° Absence d'harmoniques parasites provoquées par des excitations de certaine fréquence.

Il indique ensuite les *méthodes d'essai* employées pour reconnaître les qualités des haut-parleurs relativement aux quatre points ci-dessus désignés.

Les sons émis par le haut-parleur en essai impressionnent un microphone constitué par un « condensateur parlant » derrière lequel est placé un amplificateur à résistance dont le dernier étage comprend un transformateur sur le secondaire duquel est placé un système couple galvanomètre. On fait passer dans l'enroulement du haut-parleur le courant à fréquence musicale provenant d'une hétérodyne à fréquences téléphoniques réglables dans toute la gamme intéressante. Une résistance appropriée remplace dans le circuit du haut-parleur, l'intervalle filament plaque d'utilisation normale. On peut ainsi vérifier la valeur du haut-parleur quant à la première qualité requise. On procède ensuite aux essais suivants : réception de gammes effectuées sur piano, de paroles, de notes émises isolément et brutalement sur piano, de morceaux de piano, de chant (baryton et soprano), de sons de flûte, enfin de paroles accompagnées de musique.

L'auteur étudie les résultats obtenus sur différents types de haut-parleurs, en séparant l'étude en trois parties : l'organe électro-magnétique, la membrane vibrante, le pavillon ou diaphragme. Il signale l'avantage des membranes ondulées, spécialement celles dont les ondulations sont séparées par des parties planes dont les rayons croissent comme les nombres entiers. Les pavillons les meilleurs sont ceux qui excèdent en longueur le 1/4 de la longueur d'onde la plus basse à reproduire. 1 mètre de longueur convient jusqu'à une fréquence de 90. Les diaphragmes coniques en parchemin n'ont pas de résonance mais rendent mal aux faibles ou hautes fréquences.

L'auteur aborde enfin l'étude des fréquences de résonance; il montre l'influence du réglage du champ de l'aimant, du choix de la matière constituant le pavillon, et appelle l'attention sur l'armature, le support d'armature et le bras de levier d'attaque de la membrane dans le cas où celle-ci n'est pas soumise directement à l'action du courant téléphonique.

En résumé l'étude d'un haut-parleur doit être traitée comme celle d'un moteur dont la charge doit être soigneusement étudiée, ce qui implique des recherches acoustiques assez complexes et un grand soin dans la détermination des vibrations de toutes les parties susceptibles de résonances parasites. — CLAVIER.

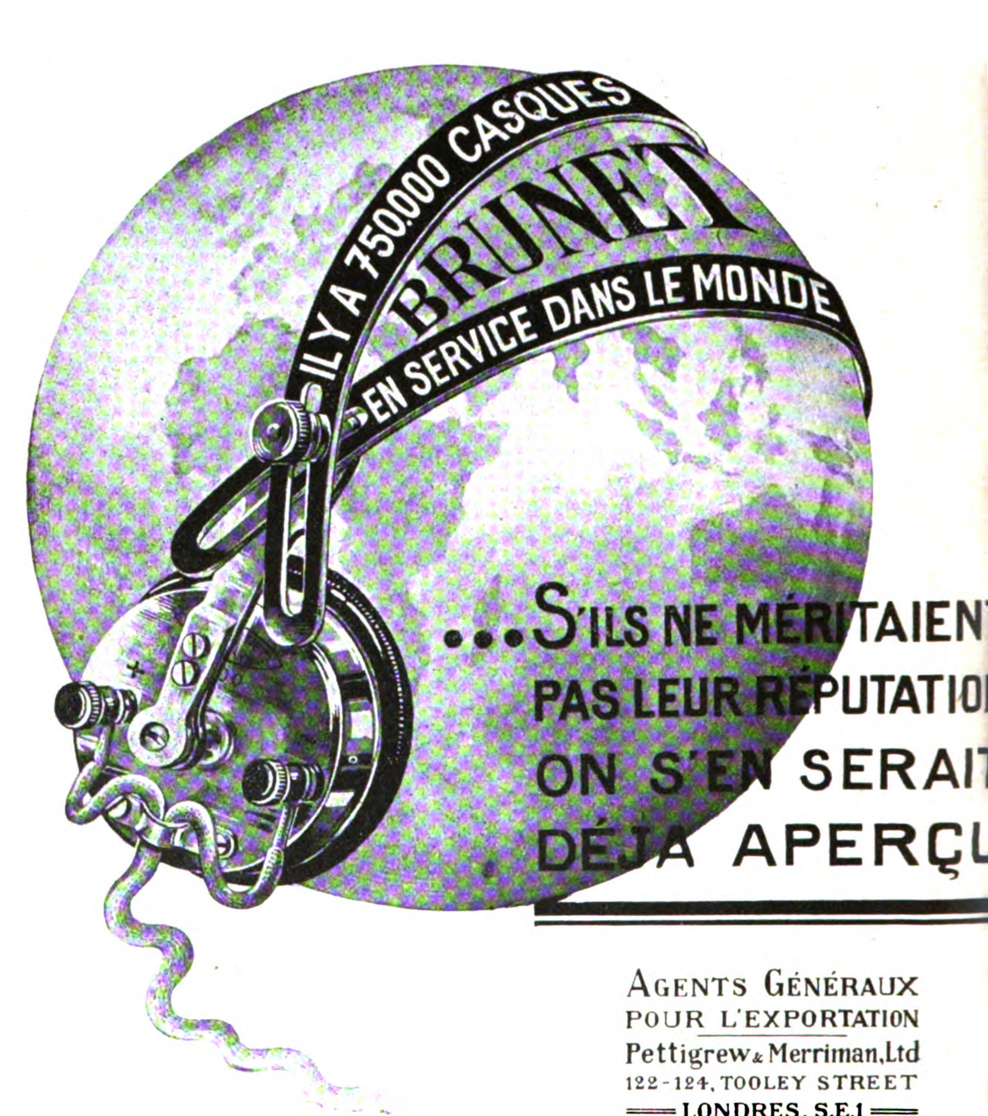
Les phénomènes de distorsion dans les amplificateurs; C. L. FORTESCUE, *Wireless World and Radio Review*, 16 janvier 1924, pp. 499-501. — L'auteur étudie les causes de déformation qui se produisent entre la sortie du détecteur et l'entrée du haut-parleur. Il en distingue les cinq suivantes :

1° *Effets de la courbure des caractéristiques de courant plaque.*

a) amplificateur à résistance. En traçant par rapport à deux axes (tension grille, tension plaque) les courbes de courant plaque constant, on voit aisément que compte tenu de la présence de la résistance, ces courbes sont des droites équidistantes dans une certaine région où il sera nécessaire de faire fonctionner l'amplificateur, qui ne présente alors aucune déformation.

b) amplificateur à transformateur. Quand le transformateur fonctionne près de sa résonance, on retrouve des conditions analogues au cas précédent, la résistance des transformateurs dont le secondaire attaque la grille suivante étant bien entendu tout à fait différente de la résistance de l'enroulement en courant continu. Quand le transformateur n'est pas près de sa résonance, le phénomène est plus complexe; la déformation reste acceptable si on ne quitte pas la région où les courbes d'égal courant sont rectilignes et également espacées.

2° *Effets de la courbure de la caractéristique grille.*



Digitized by Google

La présence du courant grille pendant les alternances positives amène une déformation de la forme de la tension grille de la même façon que la forme de la f. é. m. d'un alternateur dépend de la forme du courant qu'il débite. Il faut donc rendre le courant grille négligeable, ce qui impose une nouvelle condition à la zone de fonctionnement ci-dessus indiquée, impliquant l'emploi de tensions négatives de grille et de hautes tensions plaque.

3° *Effet des périodes propres des circuits intermédiaires.*

Cet effet est relatif aux montages à transformateurs, ces derniers présentant des fréquences de résonance qui avantagent indûment les fréquences correspondantes appliquées et peuvent provoquer des déséquilibres entre harmoniques imposés et produits donnant de désagréables impressions auditives.

4° *Effet de la réaction.*

Comme dans les amplificateurs haute fréquence, la réaction introduit de graves déformations, la fréquence amenant le système le plus près de l'instabilité étant anormalement amplifiée. L'amplificateur à résistance n'est pas toujours exempt de cet inconvénient, si la batterie plaque n'est pas shuntée par une grosse capacité, ou si la résistance n'est pas dénuée suffisamment de capacité propre.

5° *Distorsion due au dernier étage d'amplification.*

Il faut remarquer que dans le dernier étage les amplitudes de courant et de tension sont très grandes. L'auteur estime que pour obtenir une reproduction correcte de la parole le courant variable de plaque du dernier étage doit avoir une amplitude d'environ 10 mA et la tension de 45 volts, ce qui réclame l'emploi d'une lampe ayant un courant de travail d'environ 50 mA, et compte tenu de la chute de tension dans le circuit plaque, une batterie plaque de 200 volts.

Une autre source de déformation particulière au dernier étage résulte de la variation de l'impédance d'utilisation (haut-parleur) avec la fréquence.

En résumé un choix très judicieux des régions de fonctionnement et l'emploi en dernier étage de lampes d'une puissance suffisante sont nécessaires pour obtenir une bonne reproduction des sons et des paroles. — CLAVIER.

DIVERS

L'Acoustique des salles; E. A. ECKHARDT, *Journal of the Franklin Institute*, juin 1923, p. 799. — La bonne sonorité est une qualité très importante des salles destinées à des conférences ou auditions publiques. Cependant elle est souvent perdue de vue, et l'on rencontre fréquemment certains défauts d'acoustique, appartenant à l'une des deux catégories suivantes :

1° défauts locaux, dus à des interférences et à des échos en certains points de la salle;

2° défaut d'ensemble de la salle, dû à une trop longue persistance des sons, qui s'entassent les uns sur les autres et ne sont plus distincts.

Les défauts locaux doivent, dans chaque cas particulier, faire l'objet d'une étude spéciale, car ils dépendent de la forme des voûtes et des parois réfléchissantes. On ne peut donner de règle générale pour les éviter.

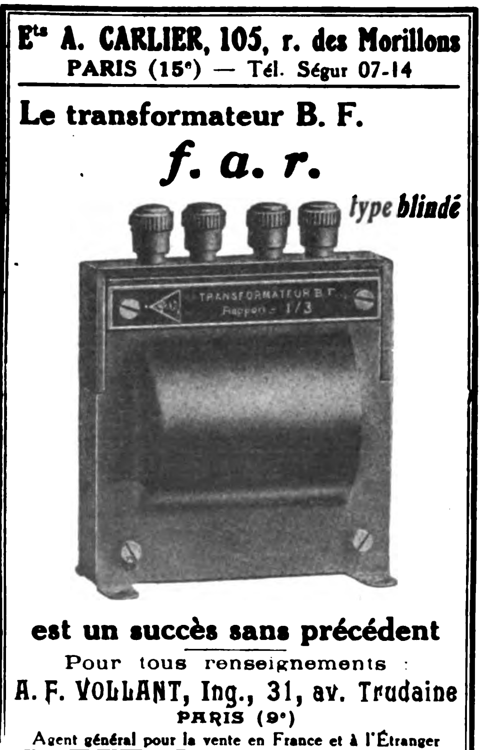
Au contraire, la sonorité d'ensemble d'une salle peut être prévue et s'il y a lieu, corrigée; c'est ce que l'auteur se propose de montrer, en s'inspirant des travaux du professeur Sabine.

Il suppose d'abord, essentiellement, que les phénomènes d'interférences locales sont négligeables. Dans ces conditions, on peut admettre que l'énergie sonore est, à un instant donné, uniformément répartie dans la salle, ce qui permet de définir sa « densité » E. Cette énergie se propage en tous sens avec la vitesse v du son, et une portion se trouve absorbée par les parois. On peut admettre que cette portion est proportionnelle :

à l'énergie frappant la paroi;

à la surface de cette paroi;

à un certain coefficient a caractéris-


Ets A. CARLIER, 105, r. des Morillons
PARIS (15e) — Tél. Ségur 07-14
Le transformateur B. F.
f. a. r.
type blindé
TRANSFORMATEUR B.F.
Rapport 1/3
est un succès sans précédent
Pour tous renseignements :
A. F. VOLLANT, Ing., 31, av. Trudaine
PARIS (9e)
Agent général pour la vente en France et à l'Étranger

tique de la substance dont elle est faite. Si la « paroi » est une fenêtre ouverte, ce coefficient est égal à 1, puisque l'énergie absorbée est égale a l'énergie incidente. La matière possédant le coefficient le plus voisin de 1 est le *feutre*.

L'auteur montre alors que dans une salle dont le volume est V, la surface *S* et le coefficient moyen *a*, l'énergie absorbée par les parois dans le temps *dt* est :

$$1/4.\ v.\ E.\ a.\ S.$$

(*v* étant la vitesse du son)
et par suite, une source sonore de puissance A placée dans cette salle produira une densité d'énergie donnée par l'équation différentielle :

$$V\frac{dE}{dt} + \frac{a}{4}.\ v.\ E.\ S = A.$$

On voit que si une source de puissance constante commence à émettre à l'instant Zéro, le son s'établit progressivement suivant la loi :

$$E = \frac{v.a.S}{4.A}\left[1 - e^{-\frac{v.a.S}{4V}t}\right]$$

pour atteindre finalement le maximum :

$$E_m = \frac{4.A}{v.a.S}$$

qui ne dépend que du facteur..... a. S appelé *pouvoir absorbant* de la salle.

Ce maximum une fois atteint, si l'on supprime brusquement la source, le son diminue graduellement suivant la loi :

$$E = E_m . e^{\frac{v.a.S}{4V}t}.$$

On voit que le son s'établit et disparaît dans la salle, d'autant plus vite que le facteur :

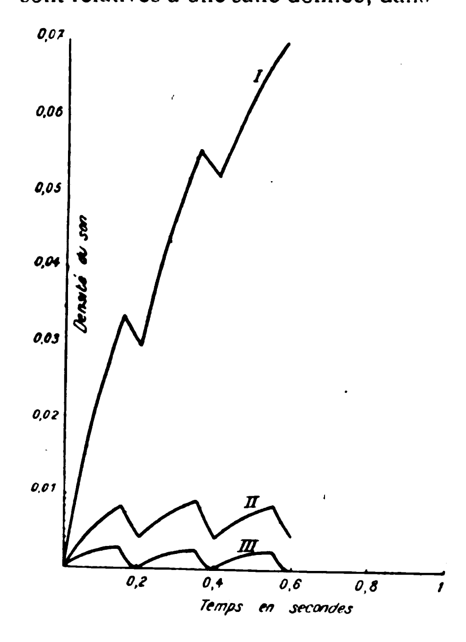
$$\frac{a.S}{V}$$

est plus grand.

Or le rapport S/V diminue forcément quand les dimensions de la salle augmentent. Donc le son persiste plus longtemps dans les grandes salles. Pour éviter ce défaut il faut augmenter l'amortissement *a* des parois; mais alors le pouvoir absorbant est augmenté et le son perd de son intensité.

Ces résultats s'appliquent facilement au cas où l'émission n'est plus continue mais interrompue comme une parole. On constate par exemple que des émissions de 0 sec 15 séparées par des silences de 0 sec 05, représentent assez bien l'articulation normale d'un orateur. Mais dans ce cas, une syllabe est émise alors que la précédente résonne encore; le phénomène est d'autant plus marqué que le facteur $\frac{a.S}{V}$ est plus petit.

Les courbes de la figure montrent bien cet entassement des sons. Elles sont relatives à une salle donnée, dans



laquelle on a fait varier le pouvoir absorbant depuis le minimum possible (courbe I) jusqu'au maximum réalisable (courbe III).

Il est évident que les conditions acoustiques représentées par la courbe I sont déplorables, et l'expérience montre en effet que l'audition y est confuse. Mais les conditions représentées par la courbe III ne sont guère moins fâcheuses. En effet l'intensité du son est beaucoup plus

faible; en outre le son s'éteint presque entièrement entre deux syllabes consécutives, ce qui parait désagréable à notre oreille, parce que nous sommes habitués à la résonance des pièces où nous vivons. Bref la salle semble sourde; le son manque de timbre et de couleur.

Par suite, et contrairement à ce qu'on aurait pu croire, une certaine superposition des syllabes améliore l'effet produit. Il y a un pouvoir absorbant *optimum*, et c'est pour cette valeur que la courbe II a été tracée.

On voit donc qu'il est intéressant de mesurer le pouvoir absorbant d'une salle donnée. Pour cela il suffit de produire dans la salle un son d'intensité bien connue. Le professeur Sabine a imaginé pour cela une méthode sur laquelle l'auteur ne donne aucun détail. Imaginons qu'à l'aide de ce dispositif on produise un son dont l'intensité E_m soit, par exemple, un million de fois l'intensité minimum perceptible à l'oreille, et que nous appelons E. Le régime stationnaire étant établi, supprimons brusquement la source, et notons le temps T pendant lequel nous continuons à entendre. Durant ce temps, le son a passé de l'intensité E_m à l'intensité E, et la formule (1) donne :

$$E = E_m \cdot e^{-\frac{v.a.S}{4V}T}$$

d'où, dans le cas particulier envisagé :

$$T = \frac{0.160\,V.}{a.S}.$$

Lorsque le pouvoir absorbant est optimum, la valeur de T est comprise entre 1 et 2 secondes.

On peut, par cette méthode, déterminer le sens dans lequel il faut modifier le pouvoir absorbant d'une salle. On trouve en général qu'il faut l'augmenter; ce qui se fait au moyen de tentures, rideaux, tapis, etc.

Enfin il faut noter que la présence du public dans une salle en modifie notablement la sonorité. On peut admettre que chaque personne présente absorbe autant d'énergie qu'une fenêtre ouverte de surface 0,44 m². Par suite, s'il y a *n* personnes, le pouvoir absorbant de la salle est augmenté de n : × 0,44 mètres carrés.

Une salle qui donne satisfaction quand elle est pleine, aura donc un pouvoir absorbant trop faible quand toute les places ne seront pas occupées; on y remédiera en fermant certaines parties avec des rideaux, ce qui augmentera a,S tout en diminuant V. — P. David.

Procédés radioacoustiques pour trouver les directions à la mer; A.-B. Wood et H.-E. Brown. *Physical Society Proceedings*, t. XXXV, pp. 183-189, avril 1923, *Science Abstracts B*, n° 309, septembre 1923. — Au point dont on veut déterminer la position, on émet un signal radiotélégraphique en même temps qu'on provoque l'inflammation d'une charge de poudre.

En un poste récepteur, on enregistre au moyen d'un galvanomètre d'Einthover à enregistrement photographique l'arrivée du signal radiotélégraphique et l'arrivée du son produit par l'explosion sur des microphones immergés en divers points. On connait ainsi la distance du point où s'est produite l'explosion aux divers microphones et, par suite, déterminer la position de ce point.

La méthode est susceptible d'une grande exactitude, mais en sacrifiant un peu la précision à la rapidité, il est possible de donner à un navire sa position, à un demi-mille près, dix minutes apres l'émission des signaux. Le service hydrographique britannique a utilisé ce procédé pour la localisation de bateaux-phares, etc.

L'influence perturbatrice des bas-fonds a été étudiée ([1]). — Jouaust.

([1]) Rappelons que le Service hydrographique de la marine française a employé ce procédé. Voir Marti, Le repérage de la position des navires par emploi combiné de la T. S. F. et des ondes sonores sous-marines, *Onde Électrique*, n° 8, pp. 445-455.

ANALYSES

TUBES ÉLECTRONIQUES

Relais périodique pour la réception; E.-V. Appleton et F. S. Thompson. *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, tome 62, février 1924, pp. 181-186. — On sait, que si dans une hétérodyne la grille est portée à potentiel négatif par rapport au filament, les oscillations ne s'amorcent pas. Si on diminue peu à peu la valeur absolue de cette différence de potentiel négative entre la grille et le filament, il arrive un moment où les oscillations prennent naissance. On peut, à ce moment, augmenter de nouveau la valeur absolue de la différence de potentiel négative entre la grille et le filament. Les oscillations ne disparaissent que pour une valeur de cette différence de potentiel négative beaucoup plus élevée que celle qui correspond à l'apparition des oscillations. On a souvent cherché à expliquer cette anomalie par l'existence de traces de gaz dans les lampes. Les auteurs cherchent à démontrer mathématiquement que ce phénomène peut s'expliquer par ce fait que la composante alternative du courant filament plaque n'est pas sinusoïdale. En désignant par $v = V \sin \omega t$ la variation de la tension-grille-filament et en posant la composante alternative du courant filament-plaque

$$ia = \alpha V + \beta V^2 + \gamma V^3 + \delta V^4 + \varepsilon V^5$$

ils arrivent à cette conclusion que l'équation différentielle donnant l'amplitude α des oscillations comporte trois solutions α_1 α_2 α_3.

La première α_1 est nulle, c'est le cas où les oscillations n'existent pas, α_2 correspond à des oscillations instables, α_3 à des oscillations stables. Si les conditions de fonctionnement ont été telles que les oscillations ont, à un instant donné, dépassé la valeur α_2, leur amplitude atteint la valeur α_3 et celle-ci étant stable ceci explique l'hystérésis d'oscillations mentionnée plus haut.

Les auteurs ont exécuté diverses mesures pour justifier leur théorie.

C'est ainsi que dans une de leurs expériences les oscillations ne s'amorçaient que quand la grille était à — 7,7 volts par rapport au filament, mais ne cessaient que quand la grille était ramenée à — 29 volts. Ils ont cherché à utiliser ces propriétés pour réaliser un relais récepteur. Pour cela, la grille de la lampe hétérodyne est portée à une valeur négative par rapport au filament telle que les oscillations ne peuvent s'amorcer. En outre, une différence de potentiel de fréquence industrielle (90 périodes par seconde par exemple) est superposée à la différence de potentiel négative continue. La valeur de cette différence de potentiel alternative est telle qu'au moment de son alternance positive, les oscillations sont près de s'accrocher. Il suffira de la superposition d'une petite différence de potentiel de haute fréquence entre le filament et la grille pour provoquer l'amorçage d'oscillations qui dureront jusqu'au moment du maximum de l'alternance négative du courant de basse fréquence. Il suffira de détecter le courant de haute fréquence des oscillations ainsi produites pour entendre les signaux transmis avec une note correspondant à la période du courant de basse fréquence utilisé.

Les auteurs estiment que leur procédé diffère de la superréaction d'Armstrong par ce fait qu'avec leur méthode, l'intensité de la réception est indépendante de l'amplitude du signal reçu, ce qui ne serait pas le cas du montage Armstrong. Dans la discussion qui suivit cette communica-

****

GRAMMONT

Services commerciaux : **10, rue d'Uzès, PARIS**

Central 19-43, 21-85 — **Gutenberg 00-54**

Amateurs !



Vous qui désirez
une excellente audition

exigez



Nos TRIODES

Nos AMPLIFICATEURS

Nos CASQUES et

Nos RÉCEPTEURS

USINES :

Département Téléphones et Amplificateurs
PARIS et MALAKOFF

Département Lampes
LYON CROIX-ROUSSE



tion devant la section de radiotélégraphie de l'Institution of Electrical Engineers, M. Eckersley émet l'opinion, que le procédé de réception décrit, différait théoriquement peu de celui utilisé il y a quelques années, par Turner. Il signale qu'il a lui-même cherché à étudier mathématiquement les lois qui régissent le phénomène utilisé. En désignant par V_A le potentiel de l'anode, V_g la tension grille, m le facteur d'amplification en posant

$$V = (V_A + m V_g)$$

et

$$\beta = \frac{V}{V_0}$$

V_0 étant une valeur arbitrairement choisie, en supposant que la composante alternative du courant plaque pouvait être représentée par une expression de la forme

$$ia = A_0 + A_1 \sin 2\pi\beta + \dots + An \sin 2\pi n\beta + B_1 \cos 2\pi\beta + \dots + Bn \cos 2\pi n\beta$$

en désignant par L l'inductance du circuit oscillant, par R sa résistance, par ω sa pulsation, la valeur maximum du courant oscillant I était

$$I = \frac{L\omega f(\beta_1)}{R}$$

avec

$$\beta_1 = \frac{Vg}{Vg_0} \quad Vg_0 = \left(1 - \frac{L}{Mm}\right) V_0$$

et

$$f(\beta_1) = (A_1 + B_1) J_1(2\pi\beta_1) \dots + (An + Bn) J_1(2\pi n\beta_1)$$

J_1 fonction de Bessel d'ordre 1.

Dans ces conditions, on peut tracer la courbe représentant I en fonction de Vg et la valeur de I est donnée par l'intersection de cette courbe avec la droite passant par l'origine et de coefficient angulaire $\tang \theta = M\omega$.

Cette droite peut rencontrer la courbe en trois points dont l'origine. Ces trois points correspondent aux trois solutions indiquées par Appleton. On voit nettement par la considération de la figure qu'il est nécessaire, pour que les oscillations s'amorcent, que la tension grille atteigne une valeur correspondant à la deuxième intersection, que celle-ci n'est pas stable et qu'automatiquement les oscillations atteignent l'amplitude correspondant à la troisième solution. — Jouaust.

Un curieux cas d'oscillations dans un tube électronique; G. Breit. *Journal of the Franklin Institut*, pp. 355-358, t. 147, mars 1924. — En cherchant à répéter les expériences de Barkhausen et Kurz, l'auteur a constaté des conditions curieuses de productions d'oscillations dans un tube à trois électrodes.

La plaque n'étant pas connectée, une différence de potentiel de 240 volts était appliquée entre le filament et la grille à travers une résistance de protection de 500 à 2000 ohms, la grille étant positive.

Dans ces conditions, pour une intensité de chauffage du filament de valeur bien déterminée des oscillations électriques prenaient naissance. Leur longueur d'onde était d'environ 50 à 60 centimètres. Ces oscillations cessaient lorsqu'on augmentait ou diminuait l'intensité du courant de chauffage.

La grille des triodes utilisés avait un diamètre de 3 millimètres. Le diamètre et la longueur de la plaque étaient de 12 millimètres.

On obtenait le même résultat, en utilisant pour le chauffage, du courant alternatif. L'intensité efficace de ce courant alternatif devait avoir même valeur que celle du courant continu donnant naissance au phénomène.

Ces résultats ont été obtenus sur trois lampes, mais l'intensité du courant de chauffage devait être beaucoup plus faible pour la troisième lampe.

Lorsqu'on réunissait la plaque au filament et qu'on plaçait un condensateur en dérivation sur la batterie haute tension, on obtenait des oscillations de longueur d'onde notablement plus grande.

La valeur de la résistance intercalée était sans influence sur la longueur d'onde des oscillations.

L'auteur n'a pu trouver aucune explication des phénomènes observés. — JOUAUST.

Surface caractéristique d'un triode; J. R. TOLMIE. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, volume 1er, avril 1924, pp. 177-191. — Le fonctionnement d'un triode est caractérisé par trois grandeurs, le courant-plaque I_p, la différence de potentiel entre le filament et la plaque E_p et la différence de potentiel entre le filament et la grille E_g. Entre ces trois grandeurs existe une relation de la forme :

$$I_p = \Phi(E_g, E_p)$$

C'est l'équation d'une surface. En général l'étude des triodes se fait par la considération des familles de courbes obtenues en laissant constante l'une des grandeurs ci-dessus.

L'auteur montre qu'on pouvait arriver aux mêmes résultats par la considération d'une surface. — JOUAUST.

La destruction du thorium dans les filaments de tungstène thorié sous l'influence du bombardement des ions positifs; K.-H. KINGDON et IRVING LANGMUIR. *Physical Review*, août 1923. — Langmuir a montré que pour un traitement thermique convenable d'un filament de tungstène contenant une petite quantité d'oxyde de thorium, on pouvait obtenir à la surface du métal une couche monomoléculaire de thorium. Dans ces conditions, à 1 500 degrés absolus, l'émission d'un filament ainsi traité est cent mille fois supérieure à celle du tungstène pur.

Cette couche monomoléculaire est détruite par le bombardement des ions positifs. Mais pour chaque gaz, il y a une différence de potentiel de bombardement minima nécessaire pour que cette destruction ait lieu.

Elle est de 50 volts pour l'argon, la vapeur de mercure, le néon, de plus de 600 volts pour l'hydrogène.

A 150 volts, il faut pour expulser un atome de thorium l'impact de 7 000 ions hélium, alors qu'il n'en faut que 12 pour l'argon. — JOUAUST.

RADIOTÉLÉPHONIE

Les haut-parleurs pour téléphonie sans fil; L.-C. POCOCK. *Wireless World and Radio Review*, pp. 497-498, extrait d'une discussion à l'Institution of Electrical Engineers (29 novembre 1923). — La condition primordiale d'un bon haut-parleur est qu'à une tension appliquée V aux bornes corresponde une pression alternative P sur l'air ambiant telle que

$$P = AV$$

A étant une constante quelle que soit la fréquence de V à l'intérieur de la gamme à amplifier sans distorsion. P doit d'autre part, comme l'indique la formule, être de même forme que V, c'est-à-dire qu'à la fréquence V imposée ne doit correspondre que la même fréquence de vibration de l'air.

Jusqu'ici les haut-parleurs réalisés l'ont été par compromis entre le rendement et la pureté, le rendement n'étant obtenu qu'en faisant appel aux phénomènes de résonance. Mais on doit se priver de la résonance autant que possible, si l'on veut éviter les déformations dues en particulier aux phénomènes transitoires, mal reproduits par un système en résonance, et importants au point de vue de la netteté de la reproduction.

Les principaux types de haut-parleurs actuels sont malgré cela constitués par un système résonant agissant sur un pavillon, qui opère à la fois comme un transformateur et une ligne de transmission. En tant que transformateur il assure le passage de l'énergie d'une membrane de grande impédance mécanique à l'air de faible impédance, en évitant le retour d'énergie et en visant a la transmission de la plus grande énergie possible. Il est une ligne de transmission analogue à une ligne électrique à self induction et capacité réparties et variables de façon à passer progressivement de la haute impédance d'entrée à la faible impédance de sortie, ce qui assure le transfert maximum d'énergie.

L'auteur étudie les courbes obtenues en mesurant les variations alternatives de pression de l'air à la sortie d'un haut-parleur en fonction de la fréquence de la force électro-motrice appliquée, une résistance en circuit tenant compte de l'impédance normale de sortie sur laquelle est branchée le haut-parleur.

Il conclut que la fidélité de reproduction ne peut pas actuellement dépasser un certain degré de perfection à moins de n'obtenir qu'un rendement inacceptable. Dans les meilleurs systèmes ce rendement ne dépasse pas 1 %, les principales pertes étant dues à l'hystérésis, que la nécessité d'avoir une partie mobile de faible masse en fer rend difficile à réduire, à moins de trouver une nouvelle substance magnétique de haute perméabilité et présentant de faibles pertes par hystérésis. — CLAVIER.

Les pavillons de haut-parleurs; C. R. HANNA et J. SLEPIAN. *Journal of the American Institute of Electrical Eng.*, mars 1924, p. 250-256. — Les auteurs rappellent d'abord les conditions auxquelles doit satisfaire le haut-parleur idéal :

1° Ne pas introduire dans le son qu'il fournit, certaines fréquences qui n'existent pas dans le courant d'alimentation.

Ceci est facile à obtenir; il suffit que les diaphragmes soient très amortis, que l'amplitude de leur vibration soit faible, et que l'aimantation permanente des noyaux soit assez puissante.

2° Conserver le rapport des amplitudes des diverses fréquences; c'est-à-dire fournir, quelle que soit la fréquence, une énergie sonore proportionnelle à l'énergie électrique absorbée.

Cette deuxième condition n'est réalisable qu'avec une certaine approximation, dont l'oreille semble heureusement se contenter assez bien. La principale question à résoudre est celle du pavillon, que les auteurs se proposent d'étudier.

Ils définissent fort bien le rôle du pavillon, généralement très mal compris. Le pavillon a pour but de transmettre à une grande masse d'air les mouvements du diaphragme. En son absence, ces mouvements ne provoqueraient dans l'air environnant que des variations de pression très faibles; grâce au pavillon, ces variations deviennent beaucoup plus prononcées.

De même que, si on enlevait l'antenne d'un poste émetteur, la résistance serait diminuée, l'intensité pourrait être accrue, et pourtant le rayonnement serait bien moindre; de même, si l'on enlève le pavillon d'un haut-parleur, l'amortissement du diaphragme est diminué, l'amplitude de ses mouvements augmente, et cependant l'énergie rayonnée devient très faible. Donc « le pavillon est l'antenne du haut-parleur » (1).

Puisque de très petits mouvements du diaphragme doivent provoquer des variations de pression notables, le volume laissé entre le diaphragme et l'entrée du pavillon devra être aussi réduit que possible; en outre cette entrée ne devra avoir qu'un faible diamètre. On est cependant limité dans cette voie parce que les frottements de l'air acquièrent trop d'importance.

D'autre part, les ébranlements doivent être transmis à un important volume d'air; or, on ne peut faire varier brusquement le diamètre de la colonne vibrante, sous peine de produire des réflexions vers l'intérieur et de perturber le mouvement du diaphragme; il faudra donc que l'augmentation soit continue et que le pavillon aille en s'élargissant progressivement.

Les auteurs ont trouvé qu'une ouverture finale de 14 pouces (35 cm) donnait de bons résultats, et que la loi de l'élargissement progressif doit être exponentielle. C'est-à-dire que si l'on appelle A_0 la section à l'entrée, A la section distante de x, on doit avoir :

$$A = A_0 . e^{Bx}$$

(1) Il est donc absolument inexact de considérer le pavillon comme un « amplificateur de sons ». Un haut-parleur n'amplifie pas, il transforme seulement l'énergie électrique en énergie sonore.

L'énergie rayonnée par un tel pavillon est indépendante de la fréquence, dès que celle-ci dépasse la valeur :

$$\frac{2,5.10^4}{2\pi} \times B$$

Par exemple, on rayonnera également toutes les fréquences supérieures à 200, si l'on prend $B = 0,05$; malheureusement cette valeur conduit à des pavillons très longs et on devra en général adopter pour B des valeurs un peu plus grandes.

Les auteurs terminent en affirmant avoir construit des haut-parleurs donnant « une reproduction de la voix, non seulement claire, mais encore naturelle ». — P. DAVID.

MESURES

Une nouvelle méthode de mesure des longueurs d'ondes à la réception. Son emploi pour la détermination des longueurs d'ondes de certaines stations ; E. ALBERTI et G. LEITHAUSER. *E. T. Z.* du 29 novembre 1923. (Pages 1027 et suivantes.)

La méthode consiste à agir sur le courant variable d'un dispositif à lampe par l'intermédiaire d'un contrôleur d'onde en couplage lâche avec le circuit oscillant dont on cherche à déterminer la période.

Quand on mesure des longueurs d'onde, deux cas sont à distinguer. S'il s'agit de longueurs d'onde à l'émission, on règle un contrôleur d'onde sur l'onde à mesurer, l'accord pouvant être indiqué par les moyens les plus sensibles, par exemple le détecteur ou le spot d'un galvanomètre. Pour mesurer les longueurs d'onde à la réception, on prend l'ondemètre comme dispositif émetteur et on modifie sa période jusqu'à la rendre égale à celle du dispositif de réception, lui-même accordé sur l'onde à recevoir. Pour faire rayonner de l'énergie par le contrôleur d'onde, on se servira d'un vibrateur ou parfois d'un dispositif à lampe. Actuellement, on cherche presque toujours à mesurer des longueurs d'onde d'émissions entretenues, ce qui implique une émission locale. La mesure de la longueur de telles ondes à l'aide d'un vibrateur intercalé dans l'ondemètre ne donne pas une très grande précision. Il vaut mieux employer dans ce cas, comme contrôleur d'onde, l'émetteur local lui-même, que l'on règle jusqu'à la disparition des battements et dont on détermine ensuite la période avec précision. Si l'on veut une très grande précision, il faut chercher de part et d'autre du silence les régions qui donnent la même hauteur de son, ce qui n'est pas toujours facile.

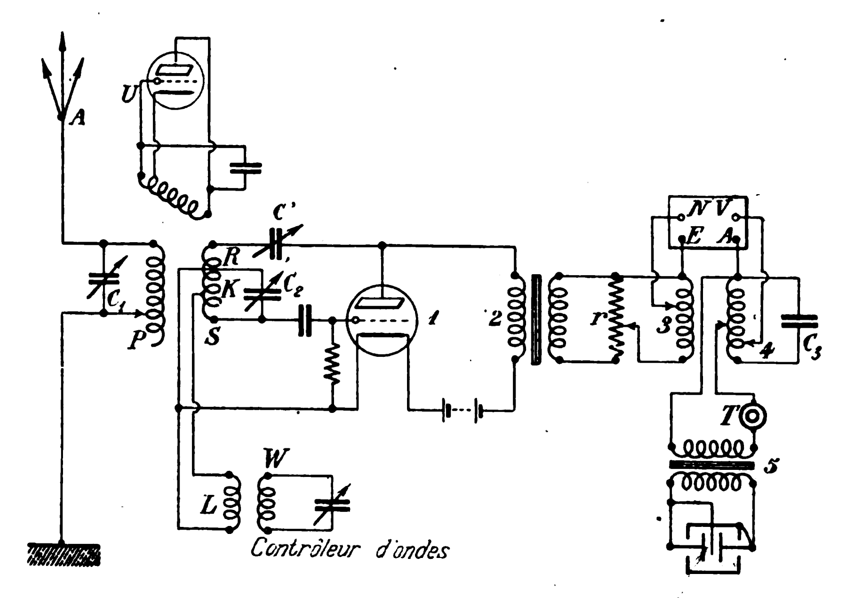
On décrira ci-dessous un dispositif permettant la mesure simple et précise des longueurs d'onde à la réception. Ce dispositif permet de mesurer les longueurs d'onde des stations les plus lointaines. Seuls les parasites, quand leur intensité atteint celle des signaux utiles, peuvent gêner la mesure. Le procédé devrait permettre aussi de mesurer les longueurs d'onde d'un correspondant pendant son émission, sans qu'il soit besoin que ce correspondant fasse des signaux spéciaux. La précision est très grande et ne se trouvera limitée que par les variations mêmes de la fréquence de l'émetteur.

Principe de la méthode. — Si l'on excite un circuit oscillant *a* avec une lampe, il se produit un courant alternatif dans ce circuit. Si l'on accouple à présent un deuxième circuit *b* avec le circuit *a*, de façon qu'il y ait une légère réaction entre les deux circuits, on constate, au moment de l'accord de période des deux circuits, une diminution notable du courant qui existe dans *a*. On peut accoupler le circuit *a* avec une antenne, de façon que l'ensemble constitue un dispositif récepteur. Si l'antenne est accordée sur la période du circuit *a*, l'oscillation disparait de ce circuit pour un couplage convenable toujours très lâche. Si des ondes de la fréquence du circuit *a* arrivent à l'antenne, l'énergie que l'antenne avait prise à ce circuit lui est

rendue en tout ou en partie et le circuit *a* recommence à osciller. Pour rendre ces oscillations audibles, on emploie une hétérodyne et le tube à vide du circuit *a* est utilisé en détecteur.

L'intensité du courant de réception est augmentée par un amplificateur basse fréquence, derrière lequel un téléphone et un électromètre permettent d'en apprécier la valeur. Le téléphone sert à identifier le poste que l'on reçoit. Si l'on couple alors le contrôleur d'onde avec le circuit *a*, l'indi-

10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} henrys. Ces bobines, pour bien définir leur capacité, sont dans une caisse doublée de clinquant. Une connection torsadée sort de la caisse et va aux condensateurs. On s'arrange pour que la capacité à mettre en circuit soit de l'ordre de 1000 micromicrofarads. On a avec cet ondemètre une précision de quelque dixième pour mille. La fréquence audible que l'on obtient à la sortie de la lampe 1 est transmise par le transformateur 2 à une résistance *r*. Sur cette résistance, est montée une bobine d'inductance 3



cation de l'électromètre diminue beaucoup au moment de l'accord, et aussi le son dans le téléphone.

Réalisation. — Elle est indiquée par la figure dans laquelle K est un circuit oscillant, W un ondemètre, R et S sont les bobines de réaction et d'inductance du circuit oscillant, qui constituent un enroulement unique de 25 MH. C_1 et P sont la capacité et l'inductance primaires.

L'antenne était un L à 4 brins de 40 mètres de long, tendue au-dessus des toits sur deux mâts de 12 mètres. L est l'inductance sur laquelle agit l'ondemètre. L'ondemètre est l'ondemètre normal à bobines interchangeables de

de 1 henry. Une partie de cette bobine est connectée à un amplificateur basse fréquence, à la sortie duquel on trouve un circuit pouvant être accordé sur la fréquence audible, l'inductance du circuit pouvant agir sur l'inductance 3. Il y a là un dispositif de réaction qui diminue beaucoup l'amortissement. Sur la bobine 4 est branché un circuit comprenant le téléphone T et le primaire d'un transformateur. Le secondaire de ce transformateur agit sur l'électromètre qui est un électromètre à un fil de Wolff. Le fil est tendu de façon qu'il reste sensible même à des signaux se succédant très rapidement. Les stations américaines donnaient

PLUS DE PILES
PLUS D'ACCUS
avec le

RADIO - SECTEUR

Fonctionnant avec le courant lumière
110 volts

PRIX
avec ses 4 lampes
1.300 fr.

E. FROCK

PÉRICAUD

G. PÉRICAUD

26, 28, 30, rue des Mignottes, PARIS-XIXe
Tél. Combat 12-17 R. C. Seine 60.658

APPAREILS GARANTIS - DEVIS GRATIS



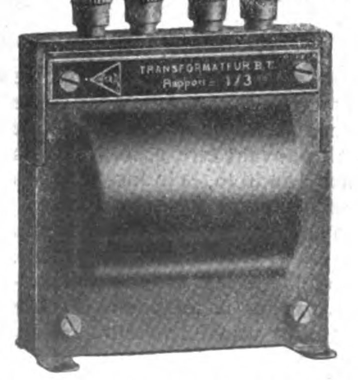
E^ts^ A. CARLIER, 105, r. des Morillons
PARIS (15e) — Tél. Ségur 07-14

Le transformateur B. F.



f. a. r.

type blindé



est un succès sans précédent

Pour tous renseignements :
A. F. VOLLANT, Ing., 31, av. Trudaine
PARIS (9e).
Agent général pour la vente en France et à l'Étranger

L'Alouette...

50, rue du Rocher, PARIS-VIIIe
Adr. tél. : ALOUETTE-PARIS — Tél. : ÉLYSÉES { 26-99 53-46
G. PLANÇON, constructeur

L'ALOUETTE et le ROSSIGNOL

(Brevetés S. G. D. G.)

sont les **seuls** appareils à galène de grande portée. **Seuls,** ils donnent une audition puissante et nette

Sans lampes ! Sans accus ! Sans piles !

Ce sont les **seuls** postes à galène ayant affronté avec succès tous les concours officiels de réception à grande distance.

SEULS ils reçoivent petites et grandes longueurs d'onde !

Les auditions les plus nettes en « haut-parleur » s'obtiennent avec l'amplificateur B. F. « Alouette »

Le Poste complet amplificateur à résonance
LA FAUVETTE
prend toutes les longueurs d'onde de 200 à 4 000 mètres et reçoit en France les stations anglaises.

Demandez nos merveilleuses références et notre catalogue complet (0,50)

Registre du Commerce, Seine N° 198-716

une déviation de 30 divisions de l'échelle.

Marche de la mesure. — S'il s'agit de mesurer la longueur d'onde d'une émission qui arrive, la méthode n'est pas absolument pareille à ce qui a été dit plus haut. On couple serré l'antenne avec le circuit K (par exemple en réduisant la capacité C_1 au minimum). L'hétérodyne est réglée à une fréquence voisine de l'onde à recevoir et l'on agit sur la capacité C_2 jusqu'à ce qu'on entende bien les signaux à recevoir. On diminue alors le couplage de l'antenne et l'on agit sur la capacité C_1 de façon à conserver l'accord au fur et à mesure de la diminution du couplage. On augmente alors la valeur de C′ (capacité de réaction), ce qui augmente l'intensité de signaux. On arrive ainsi à diminuer l'amortissement des signaux à un point tel qu'on tend vers une réception continue. Il ne faut pas aller jusque-là, mais s'arrêter au moment où les signaux commencent à traîner. On vérifie le meilleur réglage simultanément à l'électromètre et au téléphone. On règle ensuite l'hétérodyne de façon à avoir le son qui se renforce le mieux après sortie de l'amplificateur basse fréquence. On vérifie que ce réglage est obtenu à l'aide de l'électromètre. C'est alors que l'on couple l'ondemètre et qu'on le règle sur la longueur d'onde de l'onde à recevoir. A la résonance, la déviation de l'électromètre diminue très fortement. On prend les deux valeurs de la capacité de l'ondemètre, pour lesquelles la déviation de l'électromètre est de nouveau très grande et la moyenne de ces valeurs correspond à la résonance.

Vérifications expérimentales de la méthode. — 1° On a installé dans les bâtiments officiels où ont eu lieu tous ces essais, un poste émetteur à lampes, dont la longueur d'onde était déterminée avec précision par un ondemètre analogue à celui dont il est parlé plus haut. Cette onde était reçue par le dispositif décrit plus haut et on la mesurait à la réception, l'écart entre les deux mesures a été de l'ordre de 0,3 à 0,4 pour mille.

2° On a mesuré à dix reprises différentes et sur réception de signaux Morse, la longueur d'onde d'une station lointaine dont on connaissait la constance de la longueur d'onde. On a trouvé des résultats concordant à 0,44 pour mille près (en moyenne).

3° L'excellence de la méthode étant ainsi vérifiée, on a fait de nombreuses mesures sur différents grands postes, tant à lampes qu'à arc ou à alternateur. Des tableaux résumant ces mesures font voir que si certaines stations ont des variations qui ne dépassent pas 0,3 pour mille dans le courant d'un même mois, certaines autres varient de 6,9 pour mille (Koenigswusterhausen) ou de 8,5 (Prague).

Les postes à lampes anglais semblent beaucoup plus constants que ceux de la Telefunken et les alternateurs de Nauen moins bons que ceux d'Eilvese et de Carnarvon.

L'auteur termine en signalant l'intérêt que la méthode peut avoir pour comparer à des milliers de kilomètres de distance des ondemètres entre eux et par conséquent réaliser l'accord international des longueurs d'ondes, d'autant plus indispensable que le trafic devient plus intense. — METZ.

BIBLIOGRAPHIE

Télégraphie et téléphonie sans fil; M. VEAUX, ingénieur des Télégraphes, professeur à l'École supérieure des P. T. T. Bibliothèque des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, 1923. — L'ouvrage de M. Veaux sur la télégraphie et la téléphonie sans fil donne un excellent tableau de l'état actuel de la science des radiocommunications. Présenté avec une très remarquable clarté, il se tient dans une exposition qui reste élémentaire, mais n'en donne pas moins toutes les lois essentielles régissant ce domaine de l'électricité. Il constitue certainement, pour tous les ingénieurs non spécialisés, une introduction des meilleures à l'étude

de ce nouveau chapitre de la technique électrique. Il est indispensable à tous les opérateurs, constructeurs, amateurs éclairés qui veulent s'initier aux principes de la nouvelle science, et s'élever de l'empirisme à la compréhension scientifique. Les ingénieurs radiotélégraphistes aimeront eux-mêmes à parcourir ces pages, tenues à jour des plus récents progrès, où ils trouveront une classification intéressante des phénomènes étudiés, et une synthèse très claire de leur ensemble.

L'ouvrage comprend quatre parties. Dans la première, il est fait un rappel succinct des lois fondamentales de l'électricité, indispensables à connaître pour quiconque veut entreprendre l'étude de la radiotélégraphie.

Dans la seconde, intitulée radiotechnique, sont exposées les lois particulières aux courants de haute fréquence; cette partie fondamentale comprend ainsi l'étude d'un circuit fermé et de ses constituants, l'extension des lois trouvées au cas du circuit ouvert, l'étude de l'accouplement de deux circuits et des phénomènes qui ont lieu dans ces circuits couplés, enfin l'exposition succincte de la propagation de l'énergie rayonnée par les circuits parcourus par les courants de haute fréquence.

La troisième partie est consacrée à l'étude des appareils d'émission et de réception. Les appareils d'émission à ondes amorties, qu'ils utilisent une source à courant alternatif ou une source à force électromotrice constante pour la charge des condensateurs, sont décrits avec précision. La réception des ondes amorties donne à l'auteur l'occasion d'exposer dans leur généralité les méthodes de réception, avec les questions qui s'y rattachent. Puis vient l'étude des propriétés de la lampe à trois électrodes, dans son triple rôle d'oscillateur, de détecteur, et d'amplificateur. Les moyens connus de produire les oscillations entretenues, la lampe mise à part, c'est-à-dire l'arc et l'alternateu,r font l'objet des chapitres suivants. L'ouvrage se poursuit par l'examen des procédés de réception des ondes entretenues, l'étude de la radiogoniométrie, des circonstances spéciales à la radiotéléphonie, et une exposition succincte des diverses influences s'exerçant sur la propagation des ondes électromagnétiques à la surface de la terre, ainsi que des principaux appareils imaginés pour combattre l'effet des parasites atmosphériques. Enfin, cette partie se termine par la description des contrôleurs d'ondes et de leurs applications.

Une quatrième partie traite enfin du réseau radiotélégraphique français de l'Administration des postes, télégraphes et téléphones, réseau des grands postes, des postes intérieurs et des postes côtiers. L'ouvrage donne ainsi, en conclusion, un exemple extrêmement intéressant de l'importance pratique qu'ont prise, dans la vie sociale, les radiocommunications. Nous pensons qu'en dehors même des professionnels et des amateurs, nombreux seront les lecteurs qui voudront à l'aide de l'excellent ouvrage de M. Veaux, se mettre au courant des progrès de la science radiotélégraphique. — Clavier.

ANALYSES

PROPAGATION

Variations de courtes périodes dans l'intensité. Les réceptions radiotélégraphiques ; GREENLEAF W. PICKARDD. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, t. 1er, pp. 119-158, avril 1924. — Les recherches de l'auteur ont porté sur des fréquences comprises entre 500 et 1 500 kilocycles par seconde, c'est-à-dire sur les fréquences utilisées par les postes de radiodiffusion et sur des distances de 100 à 1 000 kilomètres.

Le mode opératoire était le suivant: Les émissions étaient reçues sur antenne. Le courant, convenablement amplifié, était détecté par une galène en série avec un galvanomètre sensible.

On pouvait soit photographier les déplacements du spot, soit les enregistrer en dessinant à la main les déplacements de l'ombre de l'aiguille du galvanomètre sur un cylindre tournant recouvert de papier.

Les résultats de nombreuses observations peuvent se résumer ainsi :

L'intensité de réception ne présente pas de variations brusques pendant la journée. Elle décroît lentement depuis le matin jusqu'au soir. Les variations brusques ne commencent qu'une demi-heure avant le coucher du soleil.

Après le coucher du soleil, l'intensité de la réception augmente considérablement, mais présente d'importantes fluctuations.

En général l'intensité minimum correspond à la valeur de l'après-midi quoiqu'elle tombe quelquefois à des valeurs inférieures.

La valeur maximum peut être jusqu'à cent ou même mille fois la valeur pendant le jour.

Même à 11 kilomètres de l'émetteur on constate des variations d'intensité qui peuvent atteindre jusqu'à 10 % et même davantage.

A mesure qu'on s'éloigne du poste émetteur l'amplitude de ces fluctuations augmente.

La durée de ces fluctuations est très courte, de l'ordre de quelques secondes.

L'amplitude de ces variations de courte période semble présenter un maximum vers la distance de 50 kilomètres.

Lorsqu'on dépasse 100 kilomètres, on observe peu de variations d'intensité d'une période de quelques secondes, mais des fluctuations d'une durée beaucoup plus grande de l'ordre de dix minutes.

Entre deux postes récepteurs distants de 600 mètres, il n'y a pas simultanéité dans les moments des affaiblissements.

De même si on reçoit simultanément au même point plusieurs stations, il n'y a aucune corrélation entre les moments d'affaiblissement de ces diverses stations.

On peut distinguer les nuits calmes, peu troublées et très troublées pour toutes les stations réceptrices situées dans un rayon de 300 kilomètres.

Si en un poste récepteur, établi à peu de distance de l'émetteur, il se manifeste des fluctuations de courte période, on les constatera également dans les postes récepteurs éloignés. Dans le cas contraire, aux postes éloignés, il ne se manifestera que des fluctuations de longue période.

L'auteur pense que si dans bien des cas, les transmissions radiotéléphoniques semblent mauvaises lorsqu'elles proviennent de postes éloignés, cela tient à ce que les affaiblissements ne se produisent pas simultanément pour les ondes intenses et les ondes de modulation.

Il indique un procédé pour rendre moins sensibles à la réception les variations d'intensité.

****

Ce procédé consiste à placer sur les grilles des lampes amplificatrices une capacité assez importante shuntée par une résistance élevée.

Par les réceptions peu intenses, la grille ne prend qu'une faible charge négative, l'amplification est bonne ; pour les réceptions fortes, la grille prend une grande charge négative, l'amplification est affaiblie.

L'auteur remarque qu'approximativement l'intensité des réceptions nocturnes varie entre la valeur du jour et celle que donnerait le calcul en appliquant les formules de transmission sans terme exponentiel.

On peut donc, pense-t-il, expliquer les fluctuations nocturnes par des phénomènes d'absorption dont il donne l'explication suivante. A côté de l'ionisation de l'atmosphère, par la lumière solaire, il y aurait une autre ionisation due à l'émission par le soleil de particules α. Cette émission serait discontinue et arriverait dans l'atmosphère sous forme de nuages. Dans la haute atmosphère, ces nuages seraient déviés dans la direction nord-sud par le champ magnétique terrestre, puis plus bas de l'est à l'ouest par les vents. L'absorption pendant la nuit serait due à ces nuages ionisés.

Un petit nombre de ces nuages agiraient pour produire l'absorption aux petites distances, ce qui expliquerait les variations de courte période ; au contraire, à grande distance, un plus grand nombre de nuages ionisé agirait pour produire l'absorption, on n'observerait qu'un phénomène moyen d'où la période plus longue des fluctuations.

Pendant le jour, la lumière solaire contribuant elle aussi à l'ionisation de l'atmosphère, celle-ci serait plus uniforme, d'où absorption plus grande mais plus régulière.

Enfin ces deux couches de nuages ionisés, les uns orientés du sud au nord, l'autre de l'est à l'ouest agiraient comme un gigantesque réseau renvoyant inégalement vers le sol les diverses longueurs d'onde, ce qui expliquerait les variations importantes dues à des phénomènes d'interférence, et le fait qu'elles ne se produisent pas de la même manière pour toutes les longueurs d'onde.

L'auteur signale à ce propos que Nipher a constaté des coïncidences entre les variations de la composante horizontale du champ terrestre et certaines manifestations météorologiques, comme le passage d'un nuage. — R. Jouaust.

LAMPES

L'amplification du courant des cellules photo-électriques au moyen des lampes à plusieurs électrodes; G. Ferrié, R. Jouaust, et R. Mesny. *Comptes rendus*, 31 mars 1924, p. 1117-1120. — Dans une note précédente [1], nous avons indiqué deux procédés pour l'amplification du courant des cellules photo-électriques au potassium au moyen des lampes à trois électrodes. L'un deux, analogue du reste à un procédé employé par Kunz et Rosenberg, était basé sur l'emploi d'une seule lampe mais présentait l'inconvénient, que nous avons signalé, d'exiger des lampes particulièrement sélectionnées. Nous avons cherché depuis à l'améliorer en le rendant susceptible d'être employé avec des lampes de fabrication courante. Nous rappellerons sommairement tout d'abord le montage réalisé.

L'anode de la cellule est reliée à la grille d'une lampe à trois électrodes dont le filament est réuni au pôle positif d'une batterie de piles. Le pôle négatif de cette batterie est connecté à la cathode de la cellule. Comme d'ordinaire une différence de potentiel est appliquée entre la plaque et le filament de la lampe. Dans ces conditions, un éclairement même très faible de la cellule produit une variation importante du courant plaque de la lampe. Nous avons été amenés pour expliquer cette variation de courant aux considérations suivantes : Lorsque la cellule n'est pas éclairée, la grille

[1] Comptes rendus, t. 177, 1923, p. 84.

capte au passage quelques-uns des électrons émis par le filament. Elle reçoit d'autre part un certain nombre d'ions positifs provenant de l'ionisation par choc des traces de gaz restant dans la lampe. Son potentiel, évalué par rapport à celui du filament, se fixe à une valeur telle que l'apport d'électricité dû aux ions positifs soit égal à celui dû aux électrons.

Lorsque la cellule est éclairée, les électrons émanés de la cathode viennent charger l'anode et la grille qui lui est reliée. Le potentiel de cette dernière, déjà légèrement inférieur à celui du filament, tend à s'abaisser. Mais cette diminution entraîne, comme on peut s'en rendre compte par l'examen des caractéristiques de la lampe, une augmentation des ions positifs reçus par la grille. Le nombre des ions positifs que la grille peut ainsi recevoir par unité de temps est limité. Si l'éclairement est intense, le nombre d'électrons provenant par unité de temps de la cathode de la cellule peut être supérieur à ce nombre maximum d'ions positifs, la charge négative de la grille augmente alors peu à peu, son potentiel s'abaisse et finit par prendre une valeur telle qu'il empêche toute émission du filament, c'est-à-dire que le courant plaque est interrompu.

Mais si l'éclairement est faible, un nouvel état d'équilibre s'établit tel que l'apport d'électricité positive par les ions soit équilibré par l'apport d'électricité négative des électrons provenant du filament et de la cellule. Il y a simplement diminution du courant plaque. On conçoit que dans ces conditions tout ce qui peut contribuer à affaiblir la formation d'ions positifs dans la lampe doit avoir pour effet de rendre plus importante la variation de courant plaque produit par un éclairement donné de la cellule. C'est ce qui nous a conduit à remplacer la lampe à trois électrodes, primitivement utilisée, par une lampe à deux grilles [1], de fabrication courante.

La grille extérieure était réunie à l'anode de la cellule, une différence de potentiel de l'ordre de 8 volts est appliquée entre le filament et la grille intérieure.

Dans ces conditions, la grille intérieure contribue à l'émission électronique, la tension appliquée à la plaque peut être diminuée et, en fait, elle était ramenée à une quinzaine de volts, valeur peu supérieure aux potentiels d'ionisation des gaz. La formation d'ions positifs est, dans ces conditions, bien moindre que dans les lampes ordinaires où la tension entre le filament et la plaque était de l'ordre d'une quarantaine de volts. Nous avons, en effet, constaté qu'à condition de régler très soigneusement par un dispositif potentiométrique la tension plaque de la lampe, on pouvait arriver à une amplification incomparablement supérieure à celle obtenue avec les meilleures lampes ordinaires; toutes les lampes à deux grilles achetées dans le commerce pourraient être utilisées.

Nous avons cherché à nous rendre compte si ce dispositif était susceptible d'être appliqué à la photométrie stellaire et, avec le concours de M. Jules Baillaud, nous l'avons essayé à l'Observatoire de Paris sur un équatorial de 28 c/m d'ouverture. Malgré certaines difficultés, provenant de variations spontanées du courant plaque, dues à des défauts d'isolement de notre installation un peu sommaire, nous avons obtenu les résultats suivants :

L'étoile Capella a donné une variation du courant plaque de 3,5 microampères, θ du Cocher de 1,2 microampères, β du Cocher de 0,6 microampère.

Ce que nous venons de dire pour expliquer le mécanisme du procédé d'amplification utilisé, montre qu'on ne saurait compter, avec notre procédé, sur la proportionnalité de l'éclairement et de la variation de courant plaque. Il faudrait évidemment prévoir

[1] Les propriétés particulières des lampes à deux grilles ont été étudiées par MM. Barhhunsen, Scott, Taggard, etc... Le modèle de lampe que nous avons utilisé avait été étudié à d'autres points de vue en France par MM. Giroux, Nozières, Lindet, etc...

dans l'application un dispositif d'étalonnement du système, dispositif facile à concevoir.

Les considérations exposées plus haut permettent aussi d'expliquer facilement le fait suivant que nous avons constaté :

On augmente la sensibilité du dispositif en superposant à l'éclairement à mesurer un très faible éclairement.

Nous signalerons enfin un autre procédé susceptible d'une plus grande sensibilité encore. Un condensateur très bien isolé, d'une capacité de quelques unités électrostatiques C. G. S. est placé en série avec la cellule et celle-ci est soumise pendant un temps connu à l'éclairement à mesurer. On décharge ensuite le condensateur en reliant l'une des armatures au filament et l'autre à la grille extérieure de la lampe.

On observe alors une brusque variation du courant plaque. C'est ainsi qu'en soumettant pendant 10 secondes la cellule à un éclairement susceptible de donner une variation permanente du courant plaque de deux microampères, nous avons obtenu sur le même appareil de mesure une élongation correspondant à une variation de courant de vingt-cinq microampères.

Nous continuons l'étude de ce nouveau mode opératoire, qui permet également de transformer des actions lumineuses en signaux téléphoniques lorsque l'intensité lumineuse est suffisante pour permettre de décharger le condensateur au moins quinze ou vingt fois par seconde. Il suffit d'associer le dispositif dont il s'agit à un amplificateur de courant de basse fréquence de type courant.

DIVERS

Formules et tables pour le calcul et la prédétermination des bobines de self-inductance à une seule couche; Frederick W. Grower. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, t. 12, pp. 193-208, avril 1924. — La self-inductance d'une bobine peut se déduire facilement d'une formule indiquée par Nagaoka, et qui contient un certain coefficient qui ne dépend que du module $\frac{\text{diamètre}}{\text{longueur}}$, coefficient pour lequel Nagaoka a donné des tables.

Grower a complété ces tables en calculant d'autres coefficients permettant de résoudre très facilement les divers problèmes auxquels peut donner lieu la prédétermination d'une bobine d'inductance.

Il désigne par :

L l'inductance de la bobine en microhenrys;

d_1 le diamètre en centimètres;

b_1 la longueur en centimètres $= \frac{n}{n_1}$;

n le nombre total des spires;

n_1 le nombre de spires par centimètres;

$r = \frac{d_1}{b_1}$ le rapport du diamètre à la longueur;

δ_1 diamètre du fil nu (cm.);

$R = \frac{b_1}{d_1}$.

Les problèmes qu'on peut résoudre sont les suivants :

Problème A. — Calculer l'inductance connaissant la longueur, le diamètre et la densité d'enroulement.

On a :

$$L = 0{,}001\,K\,d_1^2 b_1 n_1^2$$

K se trouve sous la table I en fonction de r ou de R.

Pour tenir compte de l'isolation du fil il faut diminuer l'inductance ainsi calculée.

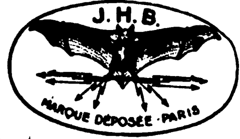
$$\Delta L = 0{,}00628\,n_1\,b_1\,d_1\,(G + H).$$

G est un coefficient qui est fonction de $n_1\,\delta_1$.

H est fonction de n. Les tables II et III donnent les valeurs de ces coefficients.

Problème B. — Etant données l'inductance, la longueur et la densité d'enroulement, calculer le diamètre.

La réception la plus rationnelle est obtenue par les



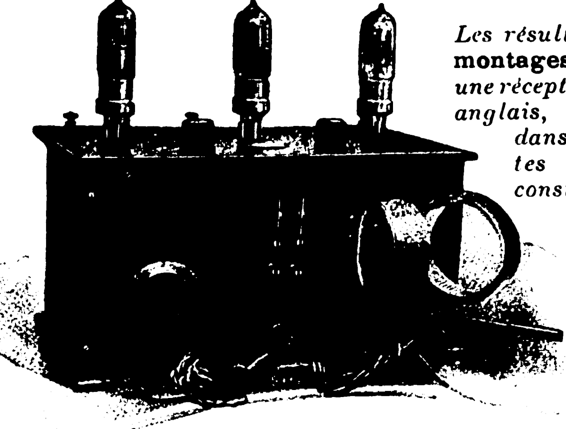


permettant de recevoir sous le minimum de capacité
toutes les longueurs d'onde.



Nombre de spires.	LONGUEURS D'ONDE avec 1/1090 de m. c. f.	PRIX DES BOBINES Nues	Avec montures.
25	de 150 à 250 mètres	3 »	10 »
35	de 180 à 450 —	3.25	10.25
50	de 250 à 700 —	3.50	10:50
75	de 400 à 900 —	3.75	10.75
100	de 500 à 1400 —	4 »	11 »
125	de 550 à 1750 —	4.50	11.50
150	de 600 à 1000 —	5 »	12 »
200	de 900 à 2500 —	6 »	13 »
250	de 1200 à 3500 —	6 50	13.50
300	de 1500 à 4590 —	6.75	13.75
400	de 2000 à 5000 —	8.75	15.75
600	de 4000 à 10000 —	10 »	17 »
1000	Pour la superrégénération	18 »	26 »
1250	— —	20 »	28 »
1500	— —	24 »	32 »

SUPPORTS ARTICULÉS DE COUPLAGE, avec levier d'entraînement
A deux prises : Frs **17** — A trois prises : Frs **28**



Les résultats obtenus avec nos **nouveaux montages** *nous autorisent à garantir une réception parfaite des radio-concerts anglais, en haut-parleur à Paris et dans toute la France, avec nos postes à* **2 et 3 lampes,** *ce qui constitue un record dans le rendement, jamais atteint jusqu'ici par aucun poste similaire.*

(Des auditions démonstratives sont données tous les soirs entre 6 et 8 heures, dans notre magasin, avenue des Ternes, auxquelles nous convions les amateurs.)

Poste PB3 à 3 lampes avec jeu de 6 bobines... ... ... Frs **550**

Panneau avant et couvercle en ébonite Jacks permettant la réception à 1, 2 ou 3 lampes, fiche Pilac supprimant les bornes.

TOUS RENSEIGNEMENTS ET TARIFS A LA DEMANDE

J. H. BERRENS, 86, avenue des Ternes, PARIS (17e)

Tél. WAGRAM 17-33 — Télégrammes : BERRENSEB-PARIS

Registre du Commerce : **Seine N° 30.048**

Calculer $B = \frac{1\,000\,L}{b_1^2 r_1^2}$

la table I permet, connaissant B, de déterminer r en R, d'où l'on déduit immédiatement d.

Problème C. — Connaissant le diamètre et la densité d'enroulement, trouver la longueur de la bobine correspondant à une inductance donnée.

Calculer $C = \frac{1\,000\,L}{d_1^2 n_1^2}$

la table I donne en fonction de C les valeurs de r ou de R d'où

$$b_1 = \frac{d_1}{r} = d_1 R.$$

Problème D. — Etant données les dimensions géométriques de la bobine, calculer la densité d'enroulement pour avoir une inductance donnée

$$n_1^2 = \frac{1\,000\,L}{K d_1^2 b_1}$$

K se trouve dans la table I en fonction de r ou R.

Problème E. — On se donne pour une bobine le rapport de la longueur au diamètre et la densité d'enroulement, quelles doivent être les dimensions pour avoir une inductance donnée?

Calculer $d_1^3 = \frac{1\,000\,L}{C n_1^2}$

C se trouve dans la table I en fonction de r ou de R.

Cas des bobines polygonales. — Le problème revient à déterminer le diamètre de la bobine de section circulaire de même longueur et ayant la même inductance.

Soit N le nombre de côtés du polygone, s la longueur d'un côté, D le diamètre du cercle circonscrit, b la longueur, égale au nombre de spires divisé par la densité d'enroulement, d le diamètre de la bobine circulaire équivalente. Le diamètre du cercle circonscrit est égal à

$$D = \frac{S}{\sin \frac{\pi}{N}}$$

On calcule le rapport $\rho = \frac{b}{D}$.

La table IV donne pour chaque valeur de ρ la valeur correspondant de $\frac{d}{D}$. Pour la solution des problèmes B et E dans le cas des bobines polygonales, il faut opérer par approximations successives. On calcule la valeur d du diamètre de la bobine circulaire équivalente, et on cherche dans la table IV en fonction $\frac{b}{d}$ qu'on admet en première approximation égale à $\frac{b}{D}$ la valeur correspondante de $\frac{d}{D}$, on a ainsi une première valeur approximative de D, pour laquelle on calcule une nouvelle valeur de $\frac{b}{D}$, la table IV donne alors une valeur plus exacte de $\frac{d}{D}$ et par suite de D, etc.

TABLE I

Constantes pour le calcul et la détermination des bobines à une seule couche en fonction de :

$$r = \frac{\text{diam.}}{\text{long.}} \quad ou \quad R = \frac{\text{long.}}{\text{diam.}}$$

r	k Probs. A et D	B Prob. B	C Prob. C	F Prob. A
0.00	9.87	0	Infini	0
.01	9.83	0.0010	983	0.098
.02	9.79	.0039	489	.196
.03	9.745	.0088	325	.292
.04	9.70	.0155	243	.388
0.05	9.66	0.0242	193	0.483
.06	9.62	.0346	160	.577
.07	9.58	.0470	137	.671
.08	9.54	.0611	119	.763
.09	9.50	.0770	106	.855
0.10	9.46	0.0946	94.6	0.946
.11	9.42	.114	85.7	1.037
.12	9.385	.135	78.2	1.126
.13	9.35	.158	71.9	1.215
.14	9.31	.182	66.5	1.303
0.15	9.27	0.208	61.8	1.390
.16	9.23	.236	57.7	1.477
.17	9.19	.266	54.1	1.563
.18	9.16	.297	50.9	1.648
.19	9.12	.329	48.0	1.732

r	k	B	C	F
	Probs. A et D	Prob. B	Prob. C	Prob. A
0.20	9.08	0.363	45.4	1.816
.21	9.04	.399	43.1	1.899
.22	9.01	.436	40.9	1.982
.23	8.97	.475	39.0	2.063
.24	8.935	.515	37.2	2.144
0.25	8.90	0.556	35.6	2.225
.26	8.86	.599	34.1	2.304
.27	8.83	.644	32.7	2.384
.28	8.79	.689	31.4	2.462
.29	8.76	.736	30.2	2.540
0.30	8.72	0.785	29.1	21.67
.31	8.69	.835	28.0	2.693
.32	8.65	.886	27.0	2.769
.33	8.62	.939	26.1	2.844
.34	8.59	.993	25.2	2.919
0.35	8.55	1.048	24.4	2.993
.36	8.52	1.104	23.7	3.067
.37	8.49	1.162	22.9	3.140
.38	8.45	1.221	22.2	3.212
.39	8.42	1.281	21.6	3.284
0.40	8.39	1.342	20.97	3.355
.41	8.36	1.404	20.38	3.426
.42	8.32	1.468	19.82	3.496
.43	8.29	1.533	19.28	3.565
.44	8.26	1.599	18.77	3.634
0.45	8.23	1.666	18.29	3.703
.46	8.20	1.735	17.82	3.771
.47	8.17	1.804	17.37	3.838
.48	8.14	1.874	16.95	3.905
.49	8.105	1.946	16.54	3.972
0.50	8.075	2.091	16.15	4.04
.51	8.04	2.092	15.77	4.10
52	8.01	2.167	15.41	4.17
.53	7.985	2.243	15.07	4.23
.54	7.96	2.320	14.73	4.30
0.55	7.93	2.398	14.41	4.36
.56	7.90	2.476	14.10	4.42
.57	7.87	2.556	13.80	4.485
.58	7.84	2.637	13.52	4.55
.59	7.81	2.719	13.24	4.61
0.60	7.78	2.802	12.97	4.67
.61	7.75	2.885	12.71	4.73
.62	7.73	2.97	12.46	4.79
.63	7.70	3.06	12.22	4.85
.64	7.67	3.14	11.99	4.91
0.65	7.64	3.23	11.76	4.97
.66	7.62	3.32	11.54	5.03
.67	7.59	3.41	11.33	5.085
.68	7.56	3.50	11.12	5.14
.69	7.54	3.59	10.92	5.20
0.70	7.51	3.68	10.73	5.26
.71	7.48	3.77	10.54	5.31
.72	7.46	3.87	10.36	5.37
.73	7.43	3.96	10.18	5.425
.74	7.41	4.055	10.01	5.48

r	k	B	C	F
	Probs. A et D	Prob. B	Prob. C	Prob. A
0.75	7.38	4.15	9.84	5.535
.76	7.35	4.25	9.68	5.59
.77	7.33	4.35	9.52	5.64
.78	7.30	4.44	9.365	5.70
.79	7.28	4.54	9.215	5.75
0.80	7.255	4.64	9.07	5.80
.81	7.23	4.74	8.93	5.86
.82	7.21	4.845	8.79	5.91
.83	7.18	4.95	8.65	5.96
.84	7.16	5.05	8.52	6.01
0.85	7.13	5.15	8.39	6.06
.86	7.11	5.26	8.27	6.115
.87	7.09	5.36	8.15	6.165
.88	7.06	5.47	8.03	6.22
.89	7.04	5.58	7.91	6.27
0.90	7.02	5.68	7.80	6.315
.91	6.99	5.79	7.69	6.365
.92	6.97	5.90	7.58	6.41
.93	6.95	6.01	7.47	6.46
.94	6.93	6.13	7.34	6.51
0.95	6.90	6.23	7.27	6.56
.96	6.88	6.34	7.17	6.61
.97	6.86	6.45	7.07	6.65
.98	6.84	6.57	6.98	6.70
.99	6.82	6.68	6.885	6.75
1.00	6.79	6.79	6.79	6.79

R	k	B	C	F
1.00	6.79	6.79	6.79	6.79
0.99	6.77	6.91	6.705	6.84
.98	6.75	7.03	6.62	6.89
.97	6.73	7.15	6.53	6.94
.96	6.71	7.28	6.44	6.985
0.95	6.68	7.405	6.35	7.035
.94	6.66	7.54	6.26	7.085
.93	6.64	7.67	6.17	7.14
.92	6.61	7.81	6.08	7.19
.91	6.59	7.96	6.00	7.24
0.90	6.56	8.10	5.91	7.29
.89	6.54	8.255	5.82	7.35
.88	6.51	8.41	5.73	7.40
.87	6.49	8.57	5.64	7.46
.86	6.46	8.74	5.56	7.51
0.85	6.44	8.91	5.47	7.57
.84	6.41	9.08	5.38	7.63
.83	6.38	9.26	5.30	7.69
.82	6.35	9.45	5.21	7.75
.81	6.33	9.64	5.12	7.81
0.80	6.30	9.84	5.04	7.87
.79	6.27	10.045	4.95	7.935
.78	6.24	10.26	4.87	8.00
.77	6.21	10.47	4.78	8.06
.76	6.18	10.70	4.70	8.13

R	k	B	C	F
	Probs. A et D	Prob B	Prob. C	Prob. A
0.75	6.15	10.93	4.61	8.20
.74	6.13	11.17	4.53	8.27
.73	6.09	11.42	4.44	8.34
.72	6.05	11.68	4.36	8.41
.71	6.02	11.94	4.275	8.48
0.70	5.99	12.22	4.19	8.55
.69	5.95	12.51	4.11	8.63
.68	5.92	12.80	4.03	8.705
.67	5.88	13.11	3.94	8.78
.66	5.85	13.43	3.86	8.86
0.65	5.81	13.76	3.78	8.94
.64	5.78	14.10	3.70	9.025
.63	5.74	14.46	3.615	9.11
.62	5.70	14.83	3.53	9.195
.61	5.66	15.22	3.45	9.28
0.60	5.62	15.62	3.37	9.37
.59	5.58	16.04	3.29	9.46
.58	5.54	16.47	3.21	9.55
.57	5.50	16.93	3.135	9.65
.56	5.46	17.40	3.06	9.75
0.55	5.415	17.90	2.98	9.845
.54	5.37	18.42	2.90	9.95
.53	5.33	18.96	2.82	10.05
.52	5.28	19.53	2.75	10.15
.51	5.23	20.12	2.67	10.26
0.50	5.19	20.7	2.593	10.37
.49	5.14	21.4	2.518	10.48
.48	5.09	22.1	2.443	10.60
.47	5.04	22.8	2.368	10.72
.46	4.99	23.6	2.294	10.84
0.45	4.935	24.4	2.221	10.97
.44	4.88	25.2	2.148	11.095
.43	4.83	26.1	2.076	11.23
.42	4.77	27.05	2.004	11.36
.41	4.715	28.50	1.993	11.50
0.40	4.66	29.1	1.863	11.64
.39	4.60	30.2	1.793	11.79
.38	4.54	31.4	1.724	11.94
.37	4.475	32.7	1.656	12.095
.36	4.41	34.0	1.588	12.26
0.35	4.35	35.5	1.522	12.42
.34	4.28	37.0	1.456	12.59
.33	4.21	38.7	1.390	12.77
.32	4.14	40.5	1.326	12.95
.31	4.07	42.4	1.263	13.14
0.30	4.00	44.4	1.200	13.33
.29	3.925	46.7	1.138	13.53
.28	3.85	49.1	1.078	13.74
.27	3.77	51.7	1.018	13.96
.26	3.69	54.6	0.959	14.19
0.25	3.61	57.7	0.902	14.43
.24	3.52	61.1	.845	14.67
.23	3.43	64.9	.790	14.93
.22	3.34	69.1	.736	15.20
.21	3.25	73.7	.683	15.48
0.20	3.16	78.9	0.631	15.78
.19	3.06	84.8	.581	16.10
.18	2.96	91.3	.532	16.43
.17	2.85	98.7	.485	16.78
.16	2.74	107.2	.439	17.15
0.15	2.63	119.7	0.395	17.55
.14	2.52	128.4	.352	17.98
.13	2.40	141.8	.312	18.44
.12	2.27	157.8	.273	18.93
.11	2.14	177.0	.236	19.47
0.10	2.007	200.7	0.201	20.07
.09	1.865	230	.168	20.72
.08	1.717	268	.137	21.46
.07	1.560	318	.109	22.29
.06	1.396	388	.0837	23.26
0.05	1.220	488	0.0610	24.40
.04	1.032	645	.0413	25.80
.03	0.828	920	.0248	27.60
.02	.603	1508	.0121	30.15
.01	.345	3450	.0034	34.50
0.00	0	Infini	0	Infini

TABLE II

Valeurs du terme correctif C, dans l'expression de ΔL, en fonction du rapport $n_1\delta_1$ du diamètre du fil nu au pas de l'enroulement.

$n_1 \delta_1$	C	$n_1 \delta_1$	C
1.00	0.56	0.30	— 0.65
.95	.51	28	.72
.90	.45	.26	.79
.85	.39	.24	.87
.80	.33	.22	— 0.96
0.75	0.27	0.20	— 1.05
.70	.20	.18	1.16
.65	.13	.16	1.28
.60	.05	.14	1.41
.55	— 0.04	.12	1.56
0.50	— 0.14	0.10	— 1.75
.48	.18	09	1.85
.46	22	.08	1.97
.44	26	.07	2.10
.42	31	.06	2.26
0.40	— 0.36	0.05	— 2.44
.38	.41	.04	2.66
.36	.46	.03	2.95
.34	.52	.02	3.36
.32	.58	.01	— 4.05

TABLE III

Valeurs du terme correctif H, dans l'expression de ΔL, en fonction du nombre total n des spires de la bobine.

n	H	n	H	n	H	n	H
1	0.00	40	0.315	9	.26	150	.33
2	.11	45	.32	10	.27	200	.33
3	.17	50	.32	15	0.29	300	0.33
4	.20	60	.32	20	.30	400	.335
5	.22	70	.32	25	.30	500	.34
6	0.23	80	0.33	30	.31	700	.34
7	.24	90	.33	35	.31	1000	.34
8	.25	100	.33				

TABLE IV.

Bobines polygonales. — Valeurs du rapport du diamètre équivalent d *au diamètre du cercle circonscrit D.*

Triangle		Carré		Hexagone		Octogone		Duodécagone	
$\frac{b}{D}$	$\frac{d}{D}$	$\frac{b}{D}$	$\frac{d}{D}$	$\frac{b}{D}$	$\frac{d}{D}$	$\frac{b}{D}$	$\frac{d}{D}$	$\frac{b}{D}$	$\frac{d}{D}$
0	0.827	0	0.900	0	0.955	0	0.974	0	0.989
0.01	.729	0.01	.844	0.01	.928	0.01	.958	0.01	.981
.02	.718	.02	.838	.02	.925	.02	.957	.02	.980
.03	.711	.03	.834	.03	.923	.03	.956	.03	.980
.04	.705	.04	.831	.04	.922	.04	.955	.04	.980
0.05	0.700	0.05	0.828	0.05	0.921	0.05	0.954	0.05	0.979
.06	.696	.06	.826	.06	.920	.10	.952	.10	.978
.07	.693	.07	.824	.07	.919	.15	.951	.15	.978
.08	.690	.08	.822	.08	.918	.20	.951	.20	.978
.09	.687	.09	.821	.09	.918	.30	.950	.30	.978
0.10	0.685	0.10	0.820	0.10	0.917	0.40	0.950	0.40	0.977
.15	.676	.15	.815	.15	.916	.50	.950	.50	.977
.20	.670	.20	.812	.20	.914	1.00	.949	1.00	.977
.30	.662	.30	.808	.30	.912	$\frac{D}{b}$		$\frac{D}{b}$	
.40	.657	.40	.805	.40	.912				
0.50	0.654	0.50	0.803	0.50	0.911	0.50	0.949	0.50	0.977
.60	.652	.60	.802	.60	.911	0	.949	0	.977
.70	.651	.70	.802	.70	.911				
.80	.650	.80	.801	.80	.910				
.90	.649	.90	.801	.90	.910				
1.00	0.648	1.00	0.800	1.00	0.910				
$\frac{D}{b}$		$\frac{D}{b}$		$\frac{D}{b}$					
0.50	0.646	0.50	0.799	0.50	0.910				
.00	.643	0	.798	0	.909				

R. JOUAUST.

ANALYSES

PROPAGATION

La distribution du champ électromagnétique autour d'une station de radiotéléphonie située dans une ville; B. Boron et G. Gillet. *Communication faite à l'Institution of Radio engineers.* Analyse : *The Electrician.* Vol. XCII, n° 2405, p. 694, 6 juin 1924. — Une série de mesures méthodiques du champ électrique autour d'une station de radiotéléphonie a été entreprise par l'American Telephone and Telegraph Co pour déterminer les lois de sa distribution à la surface du sol. Toutes ces observations ont été faites de jour, à la même saison et dans la plupart des cas dans des conditions atmosphériques identiques. On a pu éviter, grâce à ces précautions, de voir le phénomène étudié se compliquer des variations périodiques du champ (évanouissement).

Deux groupes de mesures ont été faits :

a) Le premier était destiné à l'étude du champ dans une zone de 200 km de rayon.

b) Le second à cette même étude à l'intérieur des agglomérations urbaines.

Dans les deux cas, la longueur d'onde d'émission était voisine de 500 mètres.

a) Les points d'observations étaient alignés suivant deux directions divergentes et les résultats de ces observations sont consignés sur la figure n° 1, où les courbes A B C donnent, pour chaque point, la valeur du champ électrique en fonction de sa distance à l'émetteur.

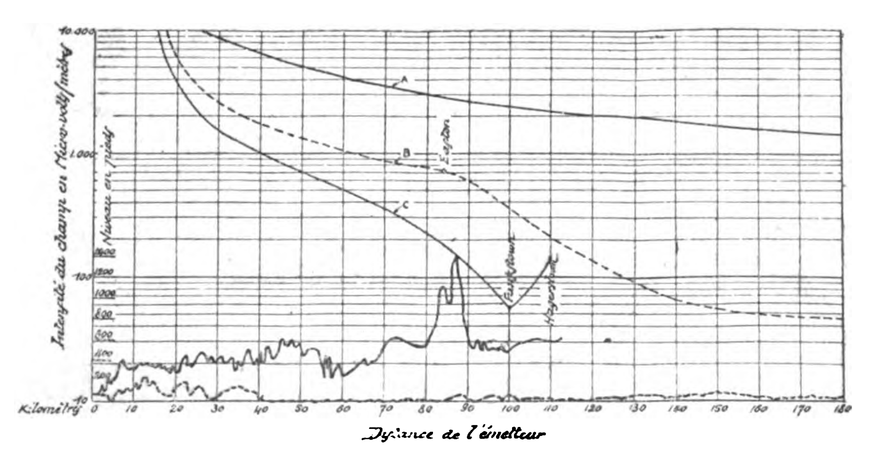


Fig. 1.

La courbe A est établie pour le cas théorique où l'affaiblissement du champ est proportionnel à la distance du poste.

Les courbes B et C correspondent à chacune des deux directions étudiées, et les tracés B_1 et C_1 sont les profils du terrain suivant ces droites.

L'examen de la pente de ces courbes permet de constater qu'un sol mouvementé amène un fort affaiblissement

****

GRAMMONT

Services commerciaux : 10, rue d'Uzès, PARIS

Central 19-43, 21-85 —— Gutenberg 00-54

Amateurs !

Vous qui désirez
une excellente audition



exigez



Nos TRIODES

Nos AMPLIFICATEURS

Nos CASQUES et

Nos RÉCEPTEURS

USINES :

Département Téléphones et Amplificateurs
PARIS et MALAKOFF

Département Lampes
LYON CROIX-ROUSSE



du champ (B et C) et que cet affaiblissement est considérablement plus faible au-dessus de la mer (C de Frederick à Easton); on constate que le passage des ondes au-dessus d'une chaîne de montagnes (C Bluemountains) entraîne une diminution importante de ce champ, avec un minimum très net au delà de cet écran (Funkstown), suivi d'un accroissement rapide (Hagerstown).

On peut d'ailleurs expliquer ainsi ce dernier phénomène : le sol étant bon conducteur, les ondes ne le pénètrent pas et il ne se produit aucune transmission au travers de la montagne. Au moment où l'onde dépasse la crête, le sol s'abaissant, celle-ci se trouve en quelque sorte étirée vers le bas, ce qui amène l'affaiblissement du champ électromagnétique. Mais, d'autre part, le fait que le vecteur de Pointing est perpendiculaire au front de l'onde implique que l'énergie électrique est fournie de haut en bas. Cet apport constant d'énergie contrebalance l'effet d'écran et relève rapidement la valeur du champ.

Les auteurs se sont attachés à calculer le facteur d'amortissement α qui figure dans la formule classique :

$$E = 377 \frac{h\ I_e}{d}\ e^{\frac{-\alpha d}{\sqrt{\lambda}}}$$

microvolts par mètre (h, I_e en mètres ampères, λ et d en kilomètres).

Les valeurs trouvées pour α sont toutes comprises entre 0,012 et 0,035 (valeur moyenne 0,022).

Pour les sols bas, secs et sablonneux $\alpha = 0{,}028$.

Pour les sols humides, ou les plateaux élevés $\alpha = 0{,}009$.

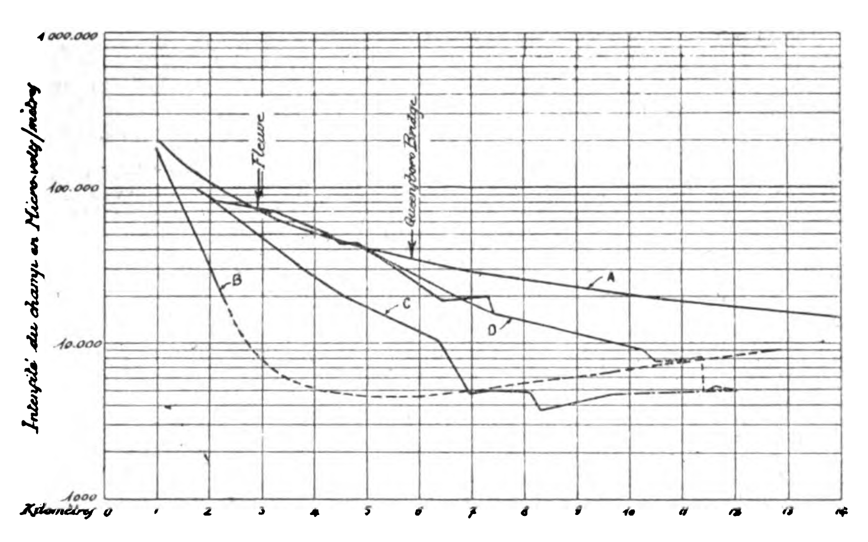


Fig. 2.

Pour les nappes d'eau de grande étendue $\alpha = 0{,}0025$.

b) Dans les agglomérations urbaines, les phénomènes observés en pleine campagne se retrouvent, mais ils sont beaucoup plus sensibles et les distances sont considérablement réduites. La présence d'un nombre important d'édifices à carcasse métallique produit des phénomènes d'absorption absolument nets, et encore accusés par les résonances qui entraînent quelquefois la disparition complète du champ pour des longueurs

d'ondes, et en des points déterminés. Sur la figure n° 2 on trouvera le résultat des mesures exécutées à New-York suivant trois directions différentes :

Après avoir plongé rapidement la courbe B se relève. C'est que, au départ, les ondes passent au-dessus d'un groupe imposant de gratte-ciels pour continuer leur route au-dessus d'un bras de mer où l'ombre créée par les constructions est rapidement annihilée par les apports d'énergie verticaux et latéraux.

Quant à la courbe D, elle donne l'intensité du champ le long de l'East River : les observations ont été faites au milieu du fleuve à bord d'un bateau. Le champ conserve une intensité importante mais subit une diminution sensible aux abords du pont métallique de Queensboro. Son approche est signalée par une chute brusque jusqu'à un minimum situé à hauteur de la soixante-septième Rue. La courbe se relève par la suite.

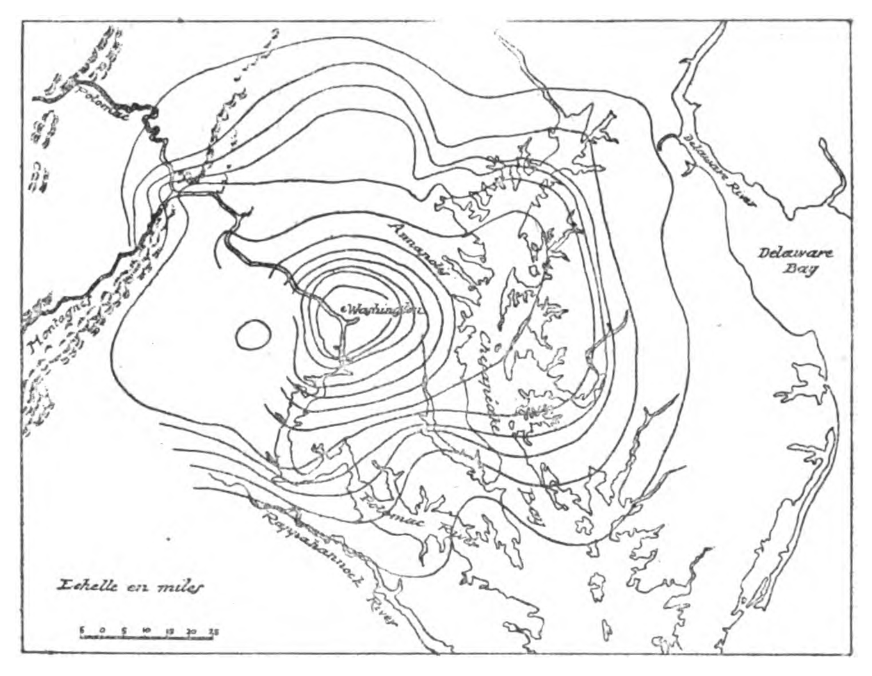


Fig. 3.

De même, la courbe C après une chute relativement rapide due à la présence de vastes bâtiments, voit sa pente devenir plus régulière et plus faible. Les points d'observation sont en effet échelonnés suivant l'axe d'une large avenue. On peut d'ailleurs noter, qu'après la baisse accentuée du début le champ n'augmente pas car la présence des maisons de chaque côté de l'avenue empêche tout apport latéral.

Les extrémités des deux courbes C et D correspondent à des points d'observation voisins sur le terrain ; mais alors que ceux de la première sont échelonnés sur la rive du fleuve, ceux de la seconde sont sur l'eau. On notera que l'intensité du champ est toujours plus forte sur l'eau que sur terre. Dans ces conditions, il doit se produire un afflux d'énergie du fleuve vers la terre. C'est bien ce que vérifient les trois remarques suivantes :

1° La pente de la courbe C diminue

les points d'observation se ·nt du fleuve.

urbe D correspond à un .. d'affaiblissement supérieur . calculé par ailleurs pour les ..es d'eau.

3° Les ondes ne semblent pas venir de la direction géographique du poste émetteur, mais d'une direction déviée vers le fleuve. Les déviations subies par les ondes au passage de la surface de séparation au-dessus des deux zones, suivent d'ailleurs des lois semblables à celles de la réfraction de la lumière.

L'examen des lignes de champ constant, tracées sur une carte de la région (fig. 3) ne laissent aucun doute sur l'importance de l'absorption produite par les grosses agglomérations urbaines et sur la faiblesse de celles qu'on constate au-dessus des vastes étendues d'eau.

Finalement, les résultats des mesures entreprises par l'American Telephone and Telegraph Co peuvent être résumés ainsi :

Le coefficient d'amortissement du champ électromagnétique varie dans de larges limites : faible pour l'eau et les plaines humides, il est fort pour les terrains secs et sablonneux ou pour les plateaux élevés et ravinés.

Dans les villes où les constructions métalliques sont nombreuses, il peut y avoir des absorptions importantes en des points et pour des longueurs d'onde déterminées.

Les dénivellations brusques de terrain, les masses métalliques forment écran et créent des zones de silence généralement de faible étendue. — FOURNEAU.

Études expérimentales sur la diffraction d'ondes électriques non amorties par des cylindres diélectriques et sur les oscillations propres de cylindres diélectriques; C. SCHAEFER et J. MERZKIRCH, *Zeits. f. Phys. n° 13* (1923), pp. 166-194. — Continuation des vérifications expérimentales de travaux théoriques de F. Grossmann. — On a étudié les oscillations propres d'un cylindre diélectrique et la répartition de l'énergie autour de ce cylindre lorsqu'on fait tomber sur lui des ondes électromagnétiques planes non amorties. La théorie a été parfaitement confirmée par l'expérience.

Les ondes non amorties étaient produites par la méthode de Barkhausen et Kurz à l'aide d'une lampe à trois électrodes dont la grille était portée à un potentiel positif et la plaque à un potentiel négatif.

Les longueurs d'onde produites variaient de 34 à 60 centimètres. — R. FORTRAT.

TUBES ÉLECTRONIQUES

Sur l'entretien des oscillations par un triode dont les circuits de grille et de plaque ne sont pas couplés; BARKHAUSEN, *Jahrbuch,...* avril 1923, p. 198. — Pour qu'un triode entretienne des oscillations électriques, il n'est pas toujours nécessaire que ses circuits de grille et de plaque soient couplés, soit par induction, soit par un condensateur. Il peut arriver que la capacité interne des électrodes, augmentée de la capacité des connexions, constitue un couplage suffisant. C'est ce qui se produit assez fréquemment dans les amplificateurs.

L'auteur étudie les conditions de cet entretien en fonction de l'impédance des circuits de grille et de plaque. Un calcul en notations vectorielles adroitement interprété, lui permet de formuler des conclusions dont voici les principales (C étant la capacité de couplage due aux électrodes et à leurs connexions, k le coefficient d'amplification de la lampe, d le décrément logarithmique du circuit de grille) :

1° La capacité du circuit de grille doit être inférieure à

$$\frac{k\pi}{d} C$$

et, par suite, lorsque cette capacité est grande, l'entretien des oscillations n'est possible que si le circuit grille est très peu amorti.

2° La capacité du circuit de plaque doit être inférieure à la valeur pour

lorsque les points d'observation se rapprochent du fleuve.

2° La courbe D correspond à un coefficient d'affaiblissement supérieur à celui calculé par ailleurs pour les nappes d'eau.

3° Les ondes ne semblent pas venir de la direction géographique du poste émetteur, mais d'une direction déviée vers le fleuve. Les déviations subies par les ondes au passage de la surface de séparation au-dessus des deux zones, suivent d'ailleurs des lois semblables à celles de la réfraction de la lumière.

L'examen des lignes de champ constant, tracées sur une carte de la région (fig. 3) ne laissent aucun doute sur l'importance de l'absorption produite par les grosses agglomérations urbaines et sur la faiblesse de celles qu'on constate au-dessus des vastes étendues d'eau.

Finalement, les résultats des mesures entreprises par l'American Telephone and Telegraph Co peuvent être résumés ainsi :

Le coefficient d'amortissement du champ électromagnétique varie dans de larges limites : faible pour l'eau et les plaines humides, il est fort pour les terrains secs et sablonneux ou pour les plateaux élevés et ravinés.

Dans les villes où les constructions métalliques sont nombreuses, il peut y avoir des absorptions importantes en des points et pour des longueurs d'onde déterminées.

Les dénivellations brusques de terrain, les masses métalliques forment écran et créent des zones de silence généralement de faible étendue. — FOURNEAU.

Études expérimentales sur la diffraction d'ondes électriques non amorties par des cylindres diélectriques et sur les oscillations propres de cylindres diélectriques; C. SCHAEFER et J. MERZKIRCH, *Zeits. f. Phys. n° 13* (1923), pp. 166-194. — Continuation des vérifications expérimentales de travaux théoriques de F. Grossmann. — On a étudié les oscillations propres d'un cylindre diélectrique et la répartition de l'énergie autour de ce cylindre lorsqu'on fait tomber sur lui des ondes électromagnétiques planes non amorties. La théorie a été parfaitement confirmée par l'expérience.

Les ondes non amorties étaient produites par la méthode de Barkhausen et Kurz à l'aide d'une lampe à trois électrodes dont la grille était portée à un potentiel positif et la plaque à un potentiel négatif.

Les longueurs d'onde produites variaient de 34 à 60 centimètres. — R. FORTRAT.

TUBES ÉLECTRONIQUES

Sur l'entretien des oscillations par un triode dont les circuits de grille et de plaque ne sont pas couplés; BARKHAUSEN, *Jahrbuch,...* avril 1923, p. 198. — Pour qu'un triode entretienne des oscillations électriques, il n'est pas toujours nécessaire que ses circuits de grille et de plaque soient couplés, soit par induction, soit par un condensateur. Il peut arriver que la capacité interne des électrodes, augmentée de la capacité des connexions, constitue un couplage suffisant. C'est ce qui se produit assez fréquemment dans les amplificateurs.

L'auteur étudie les conditions de cet entretien en fonction de l'impédance des circuits de grille et de plaque. Un calcul en notations vectorielles adroitement interprété, lui permet de formuler des conclusions dont voici les principales (C étant la capacité de couplage due aux électrodes et à leurs connexions, k le coefficient d'amplification de la lampe, d le décrément logarithmique du circuit de grille) :

1° La capacité du circuit de grille doit être inférieure à

$$\frac{k\pi}{d} C$$

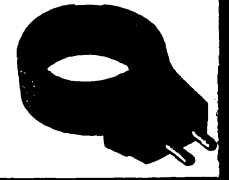
et, par suite, lorsque cette capacité est grande, l'entretien des oscillations n'est possible que si le circuit grille est très peu amorti.

2° La capacité du circuit de plaque doit être inférieure à la valeur pour

La réception la plus rationnelle est obtenue par les



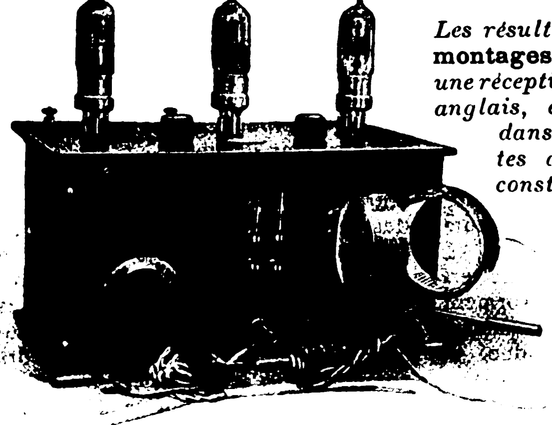
Selfs amovibles en nids d'abeilles



permettant de recevoir sous le minimum de capacité toutes les longueurs d'onde.

Nombre de spires.	LONGUEURS D'ONDE avec 1/1090 de m. c. f.	PRIX DES BOBINES	
		Nues	Avec montures.
25	de 150 à 250 mètres	3 »	10 »
35	de 180 à 450 —	3.25	10.25
50	de 250 à 700 —	3.50	10.50
75	de 400 à 900 —	3.75	10.75
100	de 500 à 1400 —	4 »	11 »
125	de 550 à 1750 —	4.50	11.50
150	de 600 à 1000 —	5 »	12 »
200	de 900 à 2500 —	6 »	13 »
250	de 1200 à 3500 —	6 50	13.50
300	de 1500 à 4590 —	6.75	13.75
400	de 2000 à 5000 —	8.75	15.75
600	de 4000 à 10000 —	10 »	17 »
1000	Pour la superrégénération	18 »	26 »
1250	— —	20 »	28 »
1500	— —	24 »	32 »

SUPPORTS ARTICULÉS DE COUPLAGE, **avec levier d'entraînement**
A deux prises : Frs 17 — A trois prises : Frs 28



Les résultats obtenus avec nos **nouveaux montages** *nous autorisent à garantir une réception parfaite des radio-concerts anglais, en haut-parleur à Paris et dans toute la France, avec nos postes à* **2 et 3 lampes,** *ce qui constitue un record dans le rendement, jamais atteint jusqu'ici par aucun poste similaire.*

(Des auditions démonstratives sont données tous les soirs entre 6 et 8 heures, dans notre magasin, avenue des Ternes, auxquelles nous convions les amateurs.)

Poste PB3 à 3 lampes avec jeu de 6 bobines... ... ... Frs **550**

Panneau avant et couvercle en ébonite Jacks permettant la réception à 1, 2 ou 3 lampes, fiche Pilac supprimant les bornes.

TOUS RENSEIGNEMENTS ET TARIFS A LA DEMANDE

J. H. BERRENS, 86, avenue des Ternes, PARIS (17e)

Tél. WAGRAM 17-33 — Télégrammes : BERRENSEB-PARIS

Registre du Commerce : **Seine N° 30.048**

laquelle ce circuit est en résonance avec le circuit de grille. Si elle dépasse cette valeur, les oscillations sont toujours arrêtées (protection contre les sifflements dans les amplificateurs).

3° La fréquence des oscillations qui prennent naissance est sensiblement égale à la fréquence propre du circuit de grille, lorsque la capacité de celui-ci est notable; au contraire, lorsqu'elle est faible, le circuit plaque réagit notablement sur cette fréquence.

L'auteur donne enfin un tableau de résultats expérimentaux qui vérifient d'une manière satisfaisante les conclusions ci-dessus. — P. David.

Nouvelles applications du détecteur sodion; par Harold P. Donli. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, t. 1er, pp. 153-158, avril 1924. — L'auteur revient sur une variété de lampe à trois électrodes contenant des vapeurs alcalines et qu'il a déjà décrite [1].

Il a apporté à son premier modèle quelques modifications. Au lieu d'introduire le sodium par distillation, il l'introduit à l'état solide pendant l'opération du vide.

Il fait connaître ses idées sur le fonctionnement de ce détecteur.

L'anode étant portée à un potentiel positif par rapport au filament, reçoit des électrons émanés de ce filament.

Le collecteur, pièce en nickel en forme d'U, qui entoure partiellement le filament et qui est porté à un potentiel légèrement négatif par rapport à ce filament en reçoit également quelques-uns étant donnée la grande vitesse avec laquelle ils sont émis. Les électrons entraînés vers l'anode ionisent par choc les vapeurs de sodium dont les ions positifs se dirigent vers le collecteur.

Etant donnés ces phénomènes d'ionisation, lorsqu'on allume le filament, un certain temps est nécessaire avant que l'état de régime s'établisse (comme on le constate dans les triodes contenant des traces de gaz).

La différence de potentiel à détecter est appliquée entre le filament et le collecteur. Lorsque son alternance rend le collecteur positif par rapport au filament, il y a augmentation du courant filament anode et filament collecteur comme dans un triode.

Si, au contraire, elle porte le collecteur à un potentiel plus faible, il y a diminution du courant filament anode et filament collecteur, mais dans ce cas, il y a aussi diminution des phénomènes d'ionisation. L'action des deux alternances n'est donc pas la même, mais de plus l'action produite par l'alternance négative demandant un certain temps pour disparaître puisqu'elle a modifié le régime d'ionisation par choc, les diverses ondes du signal cumulent leurs effets, ce qui explique la grande sensibilité de ce genre de détecteur.

L'auteur insiste sur ce point qu'il importe de régler avec soin la différence de potentiel entre le filament et le collecteur suivant l'amplitude des ondes à détecter. — Jouaust.

Sur un électromètre à lampe triode et son application à la mesure du gradient électrique de l'atmosphère; P. Lejay. *Comptes rendus*, t. 178, pp. 1480-1482, 28 avril 1924. — Le courant de plaque d'une lampe à trois électrodes est, dans de larges limites, fonction linéaire de la différence de potentiel existant entre la grille et le filament. Les variations de potentiel dues à une source S placée dans le circuit de grille seront donc facilement déduites de la courbe correspondante enregistrée par un milliampèremètre disposé dans le circuit-plaque, à condition toutefois :

1° Que le chauffage du filament et la tension de plaque soient rigoureusement constants;

2° Que le courant de grille ne modifie pas la différence de potentiel à mesurer.

Lorsque la résistance intérieure de la source n'est pas très faible vis-à-vis

[1] Voir *Onde Electrique*, n° 14, juillet 1923, p. 431. On trouvera dans cette analyse la description et le schéma de cette lampe.

de la résistance apparente de l'espace filament-grille, ou, si l'on veut, lorsque le débit maximum de la source n'est pas très grand vis-à-vis des courants de grille, il est avantageux de diminuer ceux-ci le plus possible en portant la grille à un potentiel inférieur à celui du filament. On dit souvent que, dans ces conditions, « la grille ne débite plus ». En réalité, le courant de grille ne s'annule que pour une valeur déterminée du potentiel. Au-dessous il se renverse, sans doute par suite de l'ionisation des traces de gaz restant dans la lampe.

Ce courant, si faible qu'il soit, peut modifier encore sensiblement la différence de potentiel aux bornes d'une source de très grande résistance.

J'ai pu, dans ce cas, employer avec succès l'artifice suivant récemment signalé par MM. Ferrié, Jouaust et Mesny.

La source charge un condensateur dont l'armature positive est reliée en permanence au filament. Lorsque l'équilibre est établi, l'autre armature est brusquement réunie à la grille. La décharge provoque alors une diminution du courant de plaque facile à enregistrer; fonction de la quantité d'électricité emmagasinée par le condensateur et par conséquent de la différence de potentiel établie par la source avant la décharge. Le milliampèremètre fonctionne en balistique et donne un enregistrement discontinu. L'expérience montre que ses déviations sont sensiblement proportionnelles aux voltages mesurés.

L'étalonnage de l'appareil se fait en remplaçant la source par des batteries donnant des différences de potentiel connues; le condensateur, chargé par ces batteries, est déchargé sur la grille comme précédemment.

Toutes les commutations pour les mesures et l'étalonnage se font automatiquement. On obtient ainsi une plus grande régularité dans les contacts et l'on évite, au voisinage du condensateur, un mouvement de la main qui en modifierait l'état électrique.

Il est inutile de dire que les plus grandes précautions doivent être prises pour assurer l'isolement. A ce point de vue, les échantillons d'acroléine du laboratoire de M. Moureu m'ont donné toute satisfaction.

J'ai appliqué cette méthode à la mesure du gradient électrique de l'atmosphère en remplaçant la source S soit par deux prises de potentiel, soit par une prise et la terre.

Des comparaisons ont pu être faites à l'observatoire du Parc-Saint-Maur, avec un électromètre de Mascart à enregistrement photographique. Elles ont montré la fidélité de l'instrument, les erreurs pouvant atteindre deux centièmes de la déviation totale. L'appareil présente sur les électromètres ordinaires l'avantage de pouvoir être déplacé facilement; fermé hermétiquement, il est soustrait à l'action des champs extérieurs et de l'humidité.

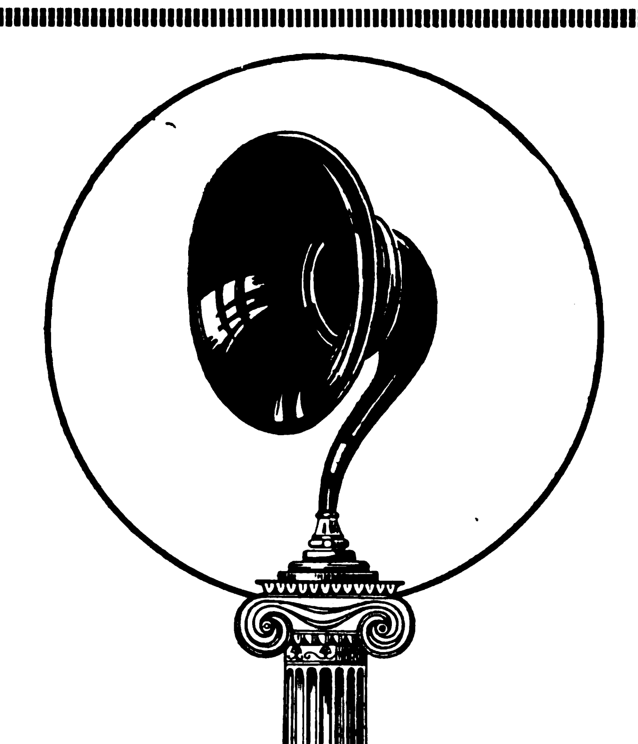
Il est facile de faire varier la sensibilité : il suffit de changer la capacité du condensateur; on peut ainsi passer par exemple de 4 à 60 volts pour la déviation totale, en utilisant un milliampèremètre et une lampe de types courants. L'instrument est susceptible de mesures de potentiels en altitude et de plusieurs autres applications sur lesquelles je me propose de revenir dans la suite.

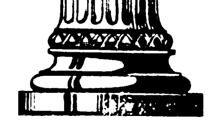
(Extrait des Comptes rendus.)

MESURES

Méthode de mesure des très courtes longueurs d'onde employées en radiotélégraphie. Son emploi pour l'établissement des étalons de fréquence; F.-H. Dunmore et F.-H. Engel. *Proc. Inst. Radio Eng.*, octobre 1923, p. 467. — La méthode de mesure exposée dans le présent article est celle que le « Bureau of Standards » a utilisée pour la graduation d'un ondemètre étalon qui donne les longueurs d'onde comprises entre 10 et 850 mètres. Elle a pour point de départ la mesure directe de très courtes ondes stationnaires engendrées sur deux fils parallèles.

Un oscillateur B donne par exemple

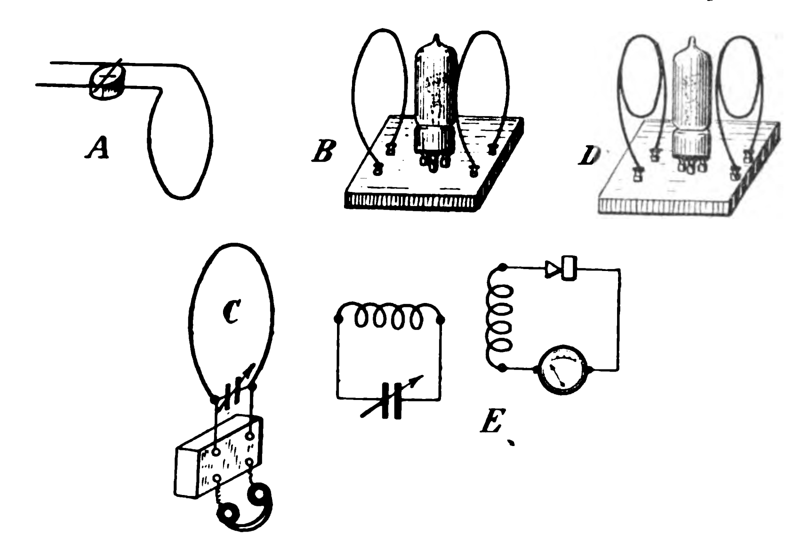




une onde λB de 10 mètres que l'on mesure directement sur les fils parallèles.

Un second oscillateur D, dont la longueur d'onde λD est variable de 100 à 300 mètres, est placé à proximité de B.

Les émissions de B et de D sont écoutées sur un dispositif de réception unique C que l'on accorde sur 10 mètres. Après avoir amené λD à une valeur voisine de 10 mètres on ajuste cette longueur d'onde jusqu'à obtenir en C une extinction consécutive à des battements : λD sera alors rigoureusement égale à 10 mètres.



En faisant ensuite croître progressivement λD, on aura une succession d'extinctions pour les valeurs successives de cette longueur d'onde, 20, 30, 40 mètres.

L'ondemètre à étalonner E sera, à chaque extinction, accordé sur la longueur d'onde λD correspondante et la position du condensateur repérée sur la graduation.

En partant de λB = 10 mètres on a pu étalonner le contrôleur jusqu'à 300 mètres, mais l'emploi de λB = 15 mètres a permis d'obtenir un certain nombre de points intermédiaires et de graduer le contrôleur jusqu'à 1 000 mètres.

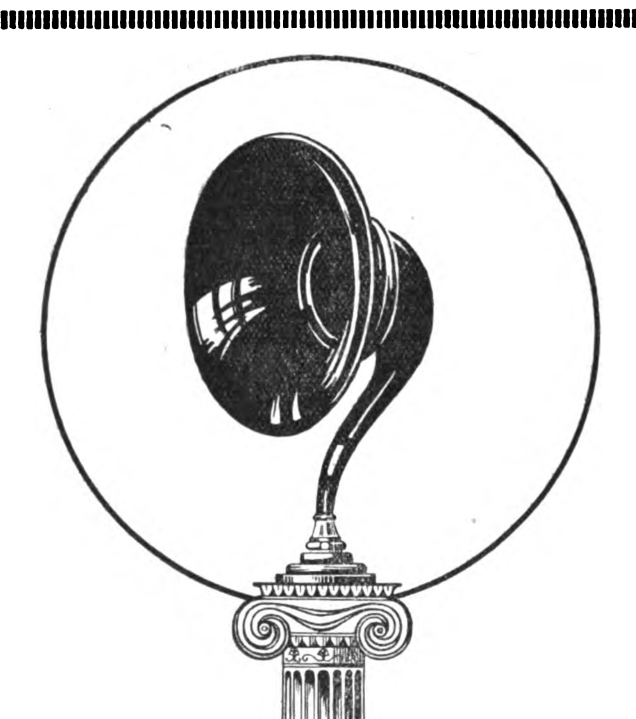
Outre l'exposé de la méthode, l'article donne la description détaillée des divers appareils construits par le « Bureau of Standards ».

En particulier, la position des ventres d'intensité sur les fils a pu être déterminée avec une précision supérieure au millimètre, en utilisant un galvanomètre thermique sensible suspendu aux fils parallèles par des contacts glissants et shunté par un morceau de fil de cuivre de 16/100 soudé aux contacts. La présence de ce shunt en diminuant considérablement la résistance du circuit permet d'obtenir les résonances très pointues. — Fourneau.

DIVERS

Le « Pallophotophone »; C.-A. Hoxie. *Bureau of American Institute of Electrical Engineers*, mai 1923, p. 520. — Le principe de cet appareil est indiqué par son nom, dérivé du grec : il transforme des vibrations sonores en mouvements d'un rayon lumineux, et inversement.

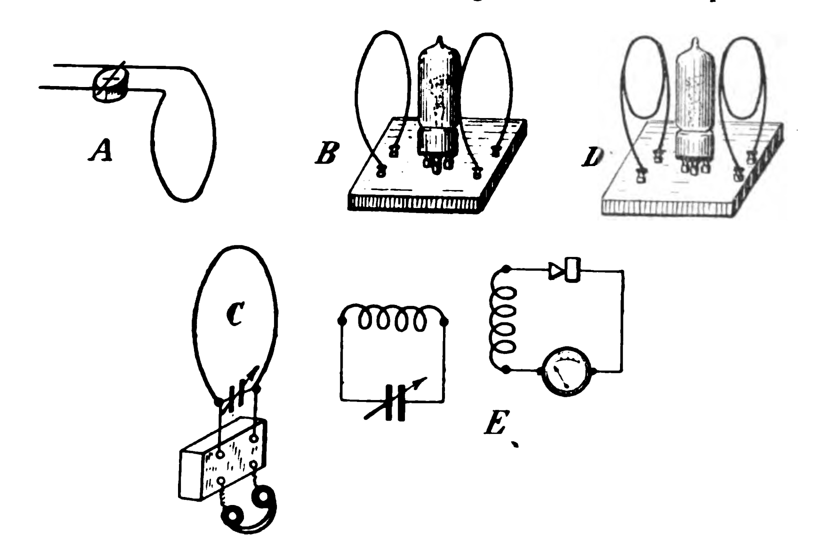
Le pallophotophone comprend plusieurs dispositifs distincts et peutt remplacer soit un phonographe soi



une onde λB de 10 mètres que l'on mesure directement sur les fils parallèles.

Un second oscillateur D, dont la longueur d'onde λD est variable de 100 à 300 mètres, est placé à proximité de B.

Les émissions de B et de D sont



écoutées sur un dispositif de réception unique C que l'on accorde sur 10 mètres. Après avoir amené λD à une valeur voisine de 10 mètres on ajuste cette longueur d'onde jusqu'à obtenir en C une extinction consécutive à des battements : λD sera alors rigoureusement égale à 10 mètres.

En faisant ensuite croître progressivement λD, on aura une succession d'extinctions pour les valeurs successives de cette longueur d'onde, 20, 30, 40 mètres.

L'ondemètre à étalonner E sera, à chaque extinction, accordé sur la longueur d'onde λD correspondante et la position du condensateur repérée sur la graduation.

En partant de $\lambda B = 10$ mètres on a pu étalonner le contrôleur jusqu'à 300 mètres, mais l'emploi de $\lambda B = 15$ mètres a permis d'obtenir un certain nombre de points intermédiaires et de graduer le contrôleur jusqu'à 1 000 mètres.

Outre l'exposé de la méthode, l'article donne la description détaillée des divers appareils construits par le « Bureau of Standards ».

En particulier, la position des ventres d'intensité sur les fils a pu être déterminée avec une précision supérieure au millimètre, en utilisant un galvanomètre thermique sensible suspendu aux fils parallèles par des contacts glissants et shunté par un morceau de fil de cuivre de 16/100 soudé aux contacts. La présence de ce shunt en diminuant considérablement la résistance du circuit permet d'obtenir les résonances très pointues. — FOURNEAU.

DIVERS

Le « Pallophotophone »; C.-A. HOXIE. *Bureau of American Institute of Electrical Engineers*, mai 1923, p. 520. — Le principe de cet appareil est indiqué par son nom, dérivé du grec : il transforme des vibrations sonores en mouvements d'un rayon lumineux, et inversement.

Le pallophotophone comprend plusieurs dispositifs distincts et peutt remplacer soit un phonographe soi

un microphone. Pour enregistrer des sons, on commande, par la vibration d'un diaphragme, un très petit miroir, sur lequel vient se réfléchir un rayon lumineux; le déplacement de ce rayon est enregistré sur un film photographique. La reproduction du son ainsi enregistré se fait en déroulant le film devant une fente lumineuse et en faisant tomber le faisceau qui a traversé sur une cellule photo-électrique; les variations d'éclairement provoquent des variations d'émission électronique, qu'on amplifie soit pour actionner un haut-parleur, soit pour moduler un poste d'émission radiotéléphonique (Broadcasting).

Si l'on veut employer l'appareil comme microphone, on supprime l'intermédiaire film, et on dirige le rayon provenant du miroir vibrant, directement sur la cellule photo-électrique.

La réalisation d'un tel appareil est évidemment délicate; elle a été poussée par la G. E. Co jusqu'à un haut degré de perfection. Pour ne rien perdre des harmoniques les plus élevés, on a allégé le système vibrant au point que l'ensemble : diaphragme, articulation, miroir, pèse seulement 9 milligrammes, soit la moitié moins qu'une tête d'épingle; dans ces conditions, la période propre de ce système est de 4 000 à 5 000 vibrations par seconde. La question de la cellule photo-électrique dépouvue d'inertie a été aussi l'objet de nombreuses recherches. L'ensemble a une sensibilité telle qu'il peut enregistrer des mots prononcés à voix basse à une quinzaine de mètres de l'appareil; on se contente généralement d'une sensibilité moindre, permettant de reproduire aussi fidèlement un murmure de voix distant de 8 mètres, que des mots prononcés à haute voix à 30 cm de l'embouchure.

De telles précautions assurent au son reproduit une qualité incomparable. Lorsque le pallophotophone est employé à la station américaine WGY, les auditeurs ne peuvent pas distinguer si l'artiste chante réellement devant le microphone, ou si sa voix est reproduite après enregistrement préalable. Des linguistes américains ont proposé d'appliquer cet appareil à l'étude des langues peu connues et en voie de disparition. — P. David.

Détermination d'une réactance pour redresseur de courant; D. C. Prince. *General Electric Review*, 27 juin 1924, p. 380-383. — Pour atténuer les ondulations du courant produit par un redresseur on intercale dans le circuit d'utilisation une inductance. Prince indique la méthode à employer pour réaliser cette inductance de façon avantageuse. En appelant I le courant moyen redressé et ΔI l'amplitude de ses variations, il faut rendre minima l'expression $\frac{\Delta I}{I}$. Supposons tracée la courbe donnant, en fonction de I la valeur du flux qui traverse l'inductance, on pourra en déduire la courbe de $\frac{\Delta I}{I}$ en fonction de I pour une valeur donnée ΔE de la variation de tension fournie par le redresseur aux bornes d'utilisation. En raison de la forme connue des courbes de flux en fonction de l'intensité, la courbe de $\frac{\Delta I}{I}$ présentera un minimum pour une certaine valeur de I. Prince remarque que l'introduction d'un entrefer dans la bobine d'inductance permet de faire varier dans des limites étendues la valeur de I correspondant au minimum. Il montre ensuite que, quelle que soit la forme de la bobine, la valeur de l'inductance est proportionnelle à son volume à nombre de tours constant par unité de longueur; cette remarque lui permet de ramener les courbes caractéristiques à celles qui s'appliqueraient à l'unité de volume du fer et à un tour par unité de longueur. Il donne alors plusieurs diagrammes avec lesquels il traite un exemple numérique. — Mesny.

ANALYSES

RÉCEPTION

Réception hétérodyne optima ; E.-V. Appleton et Mary Taylor. *Proceed. of the Institute of Radio Engineers,* vol. 12, n° 3, juin 1924, pp. 277-293. — L'article a pour but d'expliquer théoriquement les résultats expérimentaux obtenus par Armstrong sur la réception d'ondes entretenues par hétérodyne séparée. Armstromg avait trouvé que le rapport de l'intensité maximum de réception obtenue pour une certaine valeur de l'amplitude des oscillations locales (optimum heterodyne) à la même intensité lorsque l'amplitude des oscillations locales est égale à l'amplitude des oscillations reçues (equal heterodyne) dépend de cette dernière amplitude et peut atteindre 55. Bien que ces résultats aient été obtenus en utilisant la détection par grille, les auteurs considèrent les deux cas : détection par plaque et détection par grille.

A) *Détection par plaque.* — Le courant de plaque i_a est représenté en fonction du potentiel v de grille par une série de la forme :

$$i_a = \alpha_0 + \alpha v + \beta v^2 + \delta v^3 + \ldots$$

Dans le cas actuel

$$v = a \sin \omega_1 t + b \sin \omega_2 t,$$

$a \sin \omega_1 t$ correspondant aux oscillations locales et $b \sin \omega_2 t$ aux oscillations reçues. En prenant les cinq premiers termes dans le développement de i_a, on trouve comme coefficient des termes de fréquence $2\pi(\omega_1 - \omega_2)$

$$A = \beta a b + \frac{3}{2} \delta a b (a^2 + b^2)$$

A est maximum pour

$$a^2 = a_0^2 = -\frac{2\beta}{9\delta} - \frac{b^2}{3},$$

ce qui exige $\beta\delta < 0$, condition réalisée comme le montre l'étude des caractéristiques des triodes. Si b est petit devant a,

$$a_0^2 = -\frac{2\beta}{9\delta} \text{ et } A_0 = b\left(\beta a_0 + \frac{3}{2}\delta a_0^3\right)$$

par suite, dans cette hypothèse :

1° L'amplitude des oscillations locales pour le maximum d'intensité de réception est indépendante de l'intensité des oscillations reçues ;

2° L'intensité de réception est proportionnelle à l'intensité des oscillations reçues.

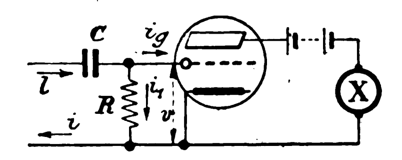
Pour donner une idée concrète des résultats du calcul, les auteurs ont déterminé β et δ dans un cas particulier en appliquant une force électromotrice de basse fréquence d'amplitude variable entre la grille et le filament d'une triode et en mesurant le courant moyen de plaque. La courbe $i_a = f(v)$ est facile à déterminer et montre bien que $\beta\delta < 0$. Elle présente un point d'inflexion pour $a^2 = \frac{-2\beta}{9\delta}$ qui correspond à la réception maximum. En se plaçant dans le cas d'égale hétérodyne, on aurait trouvé, quand b est petit devant a,

$$A_E = \beta b^2 \quad \text{d'où} \quad \frac{A_0}{A_E} = \frac{2\delta^2}{9}\sqrt{-\frac{\beta}{\delta}} \cdot \frac{1}{b}.$$

On trouve les résultats numériques suivants :

b (volt)	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{1\,000}$	$\frac{1}{5\,000}$
$\frac{A_0}{A_E}$ —	21	105	420	2 100	10 200

B) *Détection par la grille.* — En



utilisant les notations figurées sur schéma ci-contre, on a :

$$v = R i_1 = E - \int \frac{i}{C} dt, \quad i = i_1 + i_g$$

****

(on considère seulement les variations instantanées des courants). En posant

$$i_g = \mathrm{f}(v) = \alpha_1 v + \beta_1 v^2 + \gamma_1 v^3 + \ldots,$$

on a immédiatement

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\mathrm{f}(v)}{C} + \frac{v}{CR} = \frac{dE}{dt}$$

1° *Réception sans hétérodyne*

$$E = b \sin \omega t$$

$$\frac{dv}{dt} + \left(\frac{1}{RC} + \frac{\alpha_1}{C}\right) v + \frac{\beta_1 v^2}{C} = b\omega \cos \omega t.$$

Les auteurs intègrent en négligeant d'abord le terme en v^2, puis en portant la valeur ainsi trouvée dans l'équation. On trouve que la solution (état permanent) contient un terme constant, plus des termes en ω et 2ω. Le terme constant montre que le potentiel moyen de grille varie d'une quantité proportionnelle au carré de la force électromotrice appliquée.

2° *Réception d'ondes complètement modulées* $E = b(1 + \sin pt) \sin \omega t$.

L'équation est intégrée comme dans le cas précédent et, en supprimant les termes négligeables, on voit que l'on obtient une variation à basse fréquence du potentiel de grille, variation dont l'amplitude est

$$A = \frac{\beta_1 b^2}{\sqrt{9^2 + C^2 p^2}}.$$

3° *Réception hétérodyne d'ondes entretenues* $E = a \sin \omega_1 t + b \sin \omega_2 t$.

La solution, trouvée toujours de la même manière, est de la forme :

$$v = M + D \cos [(\omega_1 - \omega_2) t + \Phi] +$$

des termes en ω_1, ω_2, $2\omega_1$, $2\omega_2$, $\omega_1 + \omega_2$ peu intéressants à considérer ici. On a donc une diminution du courant moyen de plaque produite par la diminution du potentiel moyen de grille et une variation à fréquence $\omega - \omega_1$ du courant de plaque causé par la variation de même fréquence du potentiel de grille. Le condensateur de grille remplit deux fonctions; il transmet les variations de potentiel à la grille et il assure un isolement partiel de la grille. Il doit exister une valeur maximum de cette capacité déterminée par les valeurs ω_1, ω_2 et par les caractéristiques des triodes et des circuits et qu'on obtient en différenciant D par rapport a C. On trouve un résultat concordant avec la valeur obtenue pratiquement.

En supprimant les termes négligeables, on trouve d'ailleurs

$$M = \frac{1}{2}\frac{\beta_1}{9}(a^2 + b^2) \text{ et } D = -\frac{\beta_1}{9} a b$$

et en poussant plus loin le calcul, on trouverait des expressions analogues à celles trouvées dans le cas de la détection par plaque. Si on se trouve dans la partie rectiligne de la caractéristique de plaque, on voit qu'on obtient les mêmes résultats que plus haut. Les auteurs traitent (comme plus haut) le cas où

$$i_a = \alpha v + \beta v^2$$

et ils arrivent aux conclusions suivantes :

Si $\beta > 0$ (cas des faibles tensions plaques), il existe une valeur de a pour la réception hétérodyne maximum, valeur donnée par

$$a^2 = \frac{1}{3}\left[\frac{9(\alpha\beta_1 - 9\beta)}{\beta\beta_1^2}\right]$$

et, comme on le voit, indépendante de b.

Dans le cas de $\beta < 0$ (tensions de plaques élevées), les résultats précédents ne sont plus valables et les auteurs croient qu'il vaut mieux étudier la question expérimentalement.

On peut déterminer comme plus haut la courbe donnant le courant moyen de plaque lorsque $E = a \sin \omega_1 t$ et on voit de même (en supposant $\beta > 0$) qu'elle a un point d'inflexion pour la valeur de a qui correspond à la réception maximum. — Abadie.

TUBES ÉLECTRONIQUES

La lampe à quatre électrodes de Marconi et son emploi; H. de A. Donisthorpe. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, vol. 12, n° 4, avril 1924, pp. 411-421. — L'auteur rappelle tout d'abord la lampe détectrice à deux grilles de Majorana brevetée en 1912.

Les deux grilles avaient la forme de peignes dont les dents étaient imbriquées l'une dans l'autre, ces deux grilles étaient connectées aux deux extrémités du circuit dans lequel se

(on considère seulement les variations instantanées des courants). En posant

$$i_g = f(v) = \alpha_1 v + \beta_1 v^2 + \gamma_1 v^3 + \dots,$$

on a immédiatement

$$\frac{dv}{dt} + \frac{f(v)}{C} + \frac{v}{CR} = \frac{dE}{dt}$$

1° *Réception sans hétérodyne*

$$E = b \sin \omega t$$

$$\frac{dv}{dt} + \left(\frac{1}{RC} + \frac{\alpha_1}{C}\right) v + \frac{\beta_1 v^2}{C} = b\omega \cos \omega t.$$

Les auteurs intègrent en négligeant d'abord le terme en v^2, puis en portant la valeur ainsi trouvée dans l'équation. On trouve que la solution (état permanent) contient un terme constant, plus des termes en ω et 2ω. Le terme constant montre que le potentiel moyen de grille varie d'une quantité proportionnelle au carré de la force électromotrice appliquée.

2° *Réception d'ondes complètement modulées* $E = b(1 + \sin pt) \sin \omega t$.

L'équation est intégrée comme dans le cas précédent et, en supprimant les termes négligeables, on voit que l'on obtient une variation à basse fréquence du potentiel de grille, variation dont l'amplitude est

$$A = \frac{\beta_1 b^2}{\sqrt{9^2 + C^2 p^2}}.$$

3° *Réception hétérodyne d'ondes entretenues* $E = a \sin \omega_1 t + b \sin \omega_2 t$.

La solution, trouvée toujours de la même manière, est de la forme :

$$v = M + D \cos[(\omega_1 - \omega_2)t + \Phi] +$$

des termes en ω_1, ω_2, $2\omega_1$, $2\omega_2$, $\omega_1 + \omega_2$ peu intéressants à considérer ici. On a donc une diminution du courant moyen de plaque produite par la diminution du potentiel moyen de grille et une variation à fréquence $\omega - \omega_1$ du courant de plaque causé par la variation de même fréquence du potentiel de grille. Le condensateur de grille remplit deux fonctions; il transmet les variations de potentiel à la grille et il assure un isolement partiel de la grille. Il doit exister une valeur maximum de cette capacité déterminée par les valeurs ω_1, ω_2 et par les caractéristiques des triodes et des circuits et qu'on obtient en différenciant D par rapport à C. On trouve un résultat concordant avec la valeur obtenue pratiquement.

En supprimant les termes négligeables, on trouve d'ailleurs

$$M = \frac{1}{2}\frac{\beta_1}{9}(a^2 + b^2) \text{ et } D = -\frac{\beta_1}{9} a b$$

et en poussant plus loin le calcul, on trouverait des expressions analogues à celles trouvées dans le cas de la détection par plaque. Si on se trouve dans la partie rectiligne de la caractéristique de plaque, on voit qu'on obtient les mêmes résultats que plus haut. Les auteurs traitent (comme plus haut) le cas où

$$i_a = \alpha v + \beta v^2$$

et ils arrivent aux conclusions suivantes :

Si $\beta > 0$ (cas des faibles tensions plaques), il existe une valeur de a pour la réception hétérodyne maximum, valeur donnée par

$$a^2 = \frac{1}{3}\left[\frac{9(\alpha\beta_1 - 9\beta)}{\beta\beta_1^2}\right]$$

et, comme on le voit, indépendante de b.

Dans le cas de $\beta < 0$ (tensions de plaques élevées), les résultats précédents ne sont plus valables et les auteurs croient qu'il vaut mieux étudier la question expérimentalement.

On peut déterminer comme plus haut la courbe donnant le courant moyen de plaque lorsque $E = a \sin \omega_1 t$ et on voit de même (en supposant $\beta > 0$) qu'elle a un point d'inflexion pour la valeur de a qui correspond à la réception maximum. — ABADIE.

TUBES ÉLECTRONIQUES

La lampe à quatre électrodes de Marconi et son emploi; H. DE A. DONISTHROPE. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, vol. 12, n° 4, avril 1924, pp. 411-421. — L'auteur rappelle tout d'abord la lampe détectrice à deux grilles de Majorana brevetée en 1912.

Les deux grilles avaient la forme de peignes dont les dents étaient imbriquées l'une dans l'autre, ces deux grilles étaient connectées aux deux extrémités du circuit dans lequel se

Digitized by Google

développait la différence de potentiel alternative à détecter.

Lorsque cette différence de potentiel était nulle, les électrons émanés du filament atteignaient la plaque. Au contraire, lorsque cette différence de potentiel n'était pas nulle, pendant une alternance, une des grilles repoussait les électrons, l'autre les attirait. Dans tous les cas un certain nombre des électrons atteignait l'une des grilles; il en résultait une diminution du courant plaque.

Le détecteur de Fleming dérive du même principe. Il consiste essentiellement en un filament rectiligne, quatre plaques disposées aux sommets d'un carré entourent ce filament.

Deux des plaques opposées sont reliées ensemble par l'intermédiaire du téléphone au pôle positif de la batterie de chauffage. Les deux autres sont reliées aux bornes entre lesquelles doit exister la différence de potentiel à détecter.

Comme dans le dispositif de Majorana, l'existence de cette différence de potentiel a pour effet de diminuer le nombre des électrons qui atteignent les deux premières électrodes et, par suite, de diminuer le courant qui traverse le téléphone.

La lampe à quatre électrodes de Marconi est tout autre.

La plaque et les deux grilles forment des cylindres entourant le filament rectiligne.

La grille intérieure est constituée par un fil enroulé en hélice, la grille extérieure par un grillage à larges mailles.

Cette lampe peut travailler : 1° en détecteur; 2° en détecteur et en amplificateur haute fréquence; 3° en détecteur et en amplificateur haute et basse fréquence.

1° *Montage en détecteur.* — La différence de potentiel à détecter est appliquée entre le filament et la plaque, les écouteurs téléphoniques étant intercalés dans ce circuit, la première grille (grille intérieure) est connectée au négatif du filament, la deuxième grille est réunie au filament par l'intermédiaire d'une source fournissant une différence de potentiel continue.

L'ensemble du filament et des deux grilles se comporte donc comme une lampe ordinaire, la seconde grille jouant le rôle de plaque, mais cette plaque fictive laisse passer les électrons qui se dirigent vers la vraie plaque. Seulement, celle-ci étant en général au potentiel du filament, les électrons sont soumis, lorsqu'ils ont traversé la première grille, à une différence de potentiel retardatrice telle qu'ils arrivent sur la plaque avec la vitesse qu'ils avaient en quittant le filament. D'après l'auteur, lorsqu'une différence de potentiel alternative est appliquée entre le filament et la plaque, le système se comporte comme un diode détecteur.

2° *Montage en détecteur et amplificateur haute fréquence.* — La différence de potentiel à amplifier et à détecter est appliquée entre le filament et la première grille.

La deuxième grille joue encore le rôle de plaque et est réunie au filament par un circuit comprenant outre la batterie plaque, le primaire d'un transformateur haute fréquence dont le secondaire est intercalé entre la plaque et le filament, en série avec le téléphone.

L'ensemble des trois premières électrodes joue le rôle d'une lampe amplificatrice ordinaire. Les variations de courant dans le circuit de la deuxième grille provoquent entre le filament et la plaque des variations de tension qui sont détectées par le mécanisme indiqué plus haut.

3° *Montage en détecteur et amplificateur haute et basse fréquence.* — Dans le montage indiqué plus haut, on remplace le téléphone par le primaire d'un transformateur basse fréquence dont le secondaire est intercalé dans le circuit de la première grille, le téléphone étant cette fois dans le circuit de la seconde grille. Bien entendu, les enroulements du transformateur basse fréquence et le téléphone sont shuntés par des condensateurs laissant passer la haute fréquence.

L'auteur donne quelques rensei

gnements sur les transformateurs employés.

Transformateur haute fréquence : rapport 1 : au-dessous de 600 mètres, 220 spires ; au voisinage de 600 mètres, 550 ; pour les grandes ondes, jusqu'à 12000 mètres, 2175 spires.

Le transformateur basse fréquence est de rapport 1 à noyau magnétique fermé. Le nombre de spires est de 3000.

Au lieu de connecter la première grille directement au négatif du filament, on peut la réunir à un potentiomètre de 220 ohms alimenté par la batterie de chauffage.

Par un réglage convenable de ce potentiomètre accompagné d'un réglage du courant de chauffage on peut arriver à diminuer les brouillages. — R. Jouaust.

Limite de la réaction; N.-C. Little. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, t. 12, n° 4, août 1924, pp. 479-482. — L'auteur a fait une étude sur la réaction avec un dispositif permettant des variations excessivement petites du couplage. Il pouvait dans ces conditions se placer très exactement à la limite d'amorçage des oscillations. Il a pu établir ainsi la loi suivante :

Le rapport de l'amplitude du signal dans le circuit plaque à l'amplitude de la différence de potentiel appliquée entre le filament et la grille est inversement proportionnel à cette dernière amplitude, autrement dit l'intensité du signal perçu est indépendante de l'intensité du signal reçu.

R. Jouaust.

DIVERS

Sur l'emploi des lampes à plusieurs électrodes en électrométrie ; P. Lejay. *Comptes rendus*, t. 178, pp. 2171-2173, 23 juin 1924. — J'ai décrit dans une note précédente un appareil de mesure et d'enregistrement discontinu du gradient électrique de l'atmosphère, basé sur l'emploi des lampes triodes. En vue de le simplifier j'ai cherché s'il ne serait pas possible de faire agir directement sur les électrodes de la lampe les capsules de radium prises ordinairement comme collecteurs, sans que le potentiel de ceux-ci en soit modifié. J'ai fait dans ce but trois séries de recherches :

1° En employant des lampes soigneusement vidées et en abaissant la tension de plaque, on constate que les courants de grille (pour des potentiels négatifs de celle-ci) vont en diminuant. Les courants des petites lampes d'émission des Etablissements G. M. R., par exemple, ne dépassent pas 3.10^{-10} ampère, pour des potentiels de plaque de 4 volts.

Mais le courant de plaque, faible d'ailleurs, s'établit brusquement pour une valeur de potentiel de grille comprise entre — 2 et — 3 volts, phénomène qui peut avoir des applications, mais qui rend le procédé impropre à des mesures continues.

2° L'examen des caractéristiques d'une lampe à deux grilles dont la plaque et la grille intérieure sont à des potentiels positifs de quelques volts, montre que lorsqu'on abaisse le potentiel de la grille extérieure au-dessous du potentiel du filament, le courant de grille intérieure augmente d'abord ; il reste constant dans un certain intervalle, enfin il diminue et s'annule. Ces phénomènes s'expliquent facilement ; les électrons qui pour des valeurs positives du potentiel de grille extérieure se dirigeaient vers la plaque, sont d'abord repoussés en plus grand nombre vers la grille intérieure ; puis pour des valeurs fortement négatives du potentiel de grille extérieure ils sont repoussés vers le filament. A ce moment, il ne passe plus d'électrons négatifs dans l'intervalle grille intérieure-plaque. On pouvait alors espérer qu'il ne s'y trouverait plus d'ions positifs et que le courant de grille extérieure serait nul. (Cependant les variations de potentiel de celle-ci entraînent encore des variations du courant de grille intérieure atteignant facilement 1 milliampère.)

J'ai vérifié ce fait par des mesures électrostatiques. Le courant grille

extérieure déchargeait un condensateur de capacité 6.10^{-10} farad dont les courants de fuite, déterminés à chaque mesure, étaient très faibles de l'ordre de 10^{-13} ampère.

L'expérience a montré que le courant de grille restait de l'ordre de 10^{-13} ampère pendant plusieurs minutes après l'allumage de la lampe. Il augmentait ensuite jusqu'à 3.10^{-11} ampère. J'ai vérifié sur un électromètre sensible au 1/10 de volt qu'il ne modifiait en rien le potentiel des collecteurs d'électricité atmosphérique.

3° Il semblerait que dans les expériences précédentes la plaque de la lampe à deux grilles soit inutile et qu'un montage approprié pourrait faire donner aux triodes des résultats semblables.

De fait, en maintenant la grille à un potentiel positif de quelques volts, on constate que la baisse du potentiel de plaque provoque d'abord une légère augmentation de courant grille (qui peut atteindre 1 milliampère) puis une diminution lente.

Celle-ci peut s'étendre sur plusieurs centaines de volts de la tension plaque, pour des valeurs élevées du potentiel de grille (12 volts). Dans cette région peu d'électrons doivent sortir de l'espace filament-grille et les ions positifs qui y sont formés retournent au filament.

Quelques-uns pourtant atteignent la plaque donnant naissance à des courants qui, mesurés par la méthode décrite ci-dessus, atteignent rapidement après l'allumage de la lampe de 1 à 5.10^{-11} ampère.

Ce montage, comme le précédent, permet pourtant de faire des mesures électrométriques dans un grand nombre d'applications, où des courants aussi faibles n'entrainent aucune perturbation du potentiel.

(Extrait des *Comptes rendus*.)

Comment ont été résolus divers problèmes relatifs à la radiotélégraphie; E. F. W. Alexanderson. *General Electric Review*, juin 1924. — L'auteur rappelle d'abord les difficultés et les inconnues qui ont entravé l'essor de la radiotélégraphie. Il se propose de passer en revue quelques-uns des progrès les plus récents dans ce domaine, progrès qui ont permis l'établissement de liaisons régulières à grande distance.

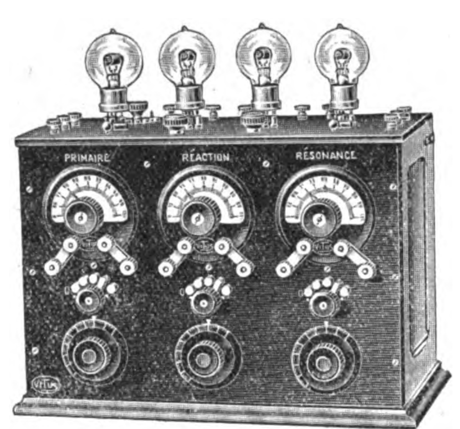
1° Le rendement des grandes stations d'émission a été grandement amélioré par l'établissement de prises de terre rationnelles et l'emploi de longues antennes accordées en plusieurs points. La grande antenne du Central de la " Radio Corporation " comporte seulement 6 pylônes de 123 mètres de hauteur ; mais la résistance totale étant de 0 ohm 4, dans laquelle la prise de terre compte seulement pour 0 ohm 04, on a pu atteindre une efficacité de 50.000 mètres-ampères, suffisante pour assurer de l'autre côté de l'Atlantique des forces électromotrices de l'ordre de 100 microvolts par mètre.

2° La propagation des ondes a fait l'objet de nombreuses études. On sait maintenant que les ondes courtes se propagent mal sur des terrains secs, et s'affaiblissent beaucoup le jour, ce qui les rend impropres aux services continus à grande distance. La pratique a montré que la longueur d'onde optimum pour établir une communication entre deux points était d'environ le 1/500 de leur distance.

3° L'élimination des parasites atmosphériques a fait de grands progrès, notamment par l'emploi d'antennes dirigées. L'installation réceptrice de la " Radio Corporation " permet de recevoir les signaux d'Europe, dont la force électromotrice est de 50 microvolts par mètre, alors que l'intensité moyenne des atmosphériques atteint une valeur dix fois plus forte, soit 500 microvolts par mètre.

4° Toutes ces améliorations ont permis des relations commerciales à travers l'Atlantique, et la construction des postes américains formant une chaine autour du monde, permettra bientôt à un signal parti de New-York d'être retransmis automatiquement par San Francisco, Honolulu, Shanghaï, la Suède ou la Pologne pour revenir à New-York.

Les Radios-Concerts pour tous



Un appareil parfait !

Le nouveau poste

MONDIAL II

TROIS GRANDS PRIX

F. VITUS Constructeur, 54, rue Saint-Maur, PARIS-XI

Nouveau Catalogue général, franco 1 fr. R. C. Seine 183.898

PLUS DE PILES

PLUS D'ACCUS

avec le

RADIO - SECTEUR

Fonctionnant avec le courant lumière

110 volts

PRIX

avec ses 4 lampes

1.300 fr.

E. FROCK

PÉRICAUD

G. PÉRICAUD

26, 28, 30, rue des Mignottes, PARIS-XIXe

Tél. Combat 12-17 *R. C. Seine 60.658*

APPAREILS GARANTIS - DEVIS GRATIS

L'auteur conclut que de nombreux progrès se feront encore et accroîtront sensiblement la sécurité des radiocommunications. — P. DAVID.

Le problème de l'appel dans la téléphonie sans fil; C. S. DEMAREST, M. L. ALMQUIST, L. M. CLÉMENT, *Journal of the Institute of Electrical Engineers*, mars 1924, et *Electrical Communication*, avril 1924. — Un inconvénient des transmissions sans fil est l'impossibilité de l'appel; chaque récepteur nécessite un opérateur constamment à l'écoute, ce qui augmente singulièrement le prix de revient des liaisons commerciales en radiotéléphonie ou radiotélégraphie.

La réalisation d'un système d'appel pratique et sûr permettrait de supprimer l'opérateur, chaque fois qu'il n'est pas imposé par les règlements administratifs ; elle permettrait aussi de faire assurer par un seul opérateur le service de plusieurs récepteurs lorsque ceux-ci ne travaillent que d'une façon intermittente. Un tel système serait donc très utile dans un grand nombre de cas (trafic maritime, etc.), particulièrement pour la radiotéléphonie.

Les auteurs présentent une solution du problème ; le principe en est le suivant :

Pour appeler, le poste transmetteur module son émission à une fréquence déterminée, en actionnant un vibrateur placé dans le circuit microphonique. La fréquence choisie comme étant la plus commode est 135 périodes par seconde.

Au poste récepteur, un amplificateur, accordé sur la longueur d'onde de l'émission et constamment allumé, actionne un petit relai dont la fréquence propre est de 135 p : s et dont la sensibilité et la syntonie sont très grandes. Les auteurs sont parvenus à réaliser un tel relai, fonctionnant pour une intensité de 0,25 milliampère, en absorbant 30 microwatts.

Ce relai entre en vibration lorsque l'émetteur transmet son appel modulé, et il ferme le circuit d'un second relai, qui reste attiré pendant toute la durée de l'appel. On se trouve ainsi dans les mêmes conditions que dans une liaison par fil, et rien n'est plus facile que d'actionner soit un appareil sonore, soit un sélecteur de téléphonie automatique ; celui-ci permettra de recevoir l'appel formé d'un certain nombre de signaux émis suivant un rythme convenu, à l'exclusion de tout autre. Un seul poste émetteur peut donc appeler avec la même onde et la même fréquence de modulation 135, autant de récepteurs distincts qu'on le désire.

L'opérateur du poste appelé, par une manœuvre simple, met hors circuit le relai et y substitue son écouteur téléphonique ; il reçoit alors comme à l'ordinaire le message qui lui est destiné.

Les auteurs décrivent les appareils réalisés et en donnent des photographies. Le transmetteur comporte deux triodes et fournit une puissance de 5 watts sur des longueurs d'onde de 200 à 400 mètres. Le récepteur est suffisamment sensible pour que l'appel fonctionne alors que la force électromotrice du champ ne dépasse pas 100 microvolts par mètre; les brouillages qui n'empêchent pas la communication téléphonique sont également incapables de troubler l'appel.

Bien entendu, le système de relais et de sélecteurs peut en outre s'appliquer à tous les postes existants quelles qu'en soient la puissance et la longueur d'onde. Cette adaptation est facile et le prix de revient en est peu élevé. — P. DAVID.

L'acoustique des salles; F. R. WATSON. *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1924. — Dans un article (¹) paru en juin 1923 dans le *Journal of the Franklin Institute*, M. E. A. Eckhardt avait montré que les qualités acoustiques d'une salle dépendent de son *pouvoir absorbant*, et que celui-ci est proportionnel :

A la surface des parois, S ;

(¹) Analysé dans *l'Onde Electrique*, mai 1924, p. 22 (analyses)

A un certain coefficient a caractéristique de la substance constituant ces parois.

Si le pouvoir absorbant est trop grand, les sons émis sont étouffés, la salle est sourde. Si ce pouvoir absorbant est trop petit, les sons résonnent trop longtemps, deux syllabes successives prononcées par un orateur s'entassent l'une sur l'autre en produisant un effet de confusion pénible.

On peut mesurer le pouvoir absorbant en mesurant le temps T pendant lequel persiste d'une façon appréciable, après son émission, un son dont l'intensité est de un million de fois le minimum perceptible. Se basant sur les calculs du professeur Sabine, M. Eckhardt avait montré que ce temps T doit toujours être compris entre une et deux secondes, quelle que soit la dimension de la salle envisagée.

Au contraire, Mr. Watson, se fondant sur l'expérience d'un grand nombre de cas, estime que ce temps doit augmenter avec le volume de la salle. Soit V ce volume exprimé en pieds cubes, on doit avoir d'après lui :

$$T = 0{,}75 + 0{,}375 \sqrt[3]{V} \text{ secondes.}$$

T peut alors varier entre 0,75 et plusieurs secondes.

Mr. Watson montre que cette formule est plus logique et cite plusieurs exemples prouvant qu'elle donne de meilleurs résultats que la valeur constante indiquée par Mr. Eckhardt. — P. David.

Calcul des inductances et capacités partielles pour la constitution des circuits récepteurs et émetteurs destinés à couvrir une gamme donnée de longueurs d'ondes, en permettant des lectures d'une précision donnée; J. Erskine-Murray. *Proceedings I. R. E.*, vol. 12, n° 4, août 1924. — Il est souvent nécessaire, dans la construction des appareils radiotélégraphiques, d'établir des circuits oscillants qui, à l'aide de divisions convenables des inductances et capacités, puissent couvrir une grande étendue de longueurs d'ondes. L'auteur traite la question par le calcul, et aussi graphiquement, en se donnant l'étendue totale de longueurs d'ondes à parcourir, et la précision avec laquelle on veut faire les lectures sur le cadran de la quantité variable, inductance ou capacité. Voici, traitée à l'aide d'un exemple, la méthode employée : soit à constituer un circuit allant de 800 (λ_0) à 2000 (λ_m) mètres de longueur d'onde, et permettant, dans chaque échelle intermédiaire, de séparer les longueurs d'ondes différant de $\frac{1}{1000}$ de la longueur d'onde qui constitue la limite inférieure de l'échelle. Supposons en outre que le condensateur variable employé ait une capacité résiduelle C_{r_0} de 0,04 mμF et une valeur maximum C_r de 1,06 mμF, que l'écart angulaire le plus petit que l'on puisse distinguer sur le cadran soit $d_0 = 0°,5$ et qu'enfin l'on ne désire employer que les 80/100 du condensateur, soit dans chaque échelle :

$$C_w = (C_r - C_{r_0}) \frac{80}{100} = 0{,}816 \text{ m}\mu\text{F}$$

pour garder les 20/100 restant pour le recouvrement des échelles l'une sur l'autre.

La valeur d_0 est comprise

$$\frac{180 \times 0{,}8}{d_0} \text{ fois}$$

dans l'angle utile. Chaque fois que l'on parcourt l'angle d_0, il est loisible de progresser d'une longueur d'onde λ_n à

$$\lambda_n (1 + 0{,}001)$$

soit pour l'angle utile de λ_n à

$$\lambda_{n+1} = \lambda_n \left(1 + \frac{180 \times 0{,}8}{d_0} \times 0{,}001\right)$$
$$= \lambda_n (1 + 0{,}288) = \alpha \lambda_n \qquad (1)$$

en supposant linéaire la courbe d'étalonnage du condensateur. Si l'on garde la précision constante pour toutes les échelles, le nombre n des échelles se trouve facilement puisque :

$$\lambda_{max} = \alpha^{n-1} \lambda_0.$$

Pour calculer les inductances et capacités partielles, on reprend l'équation (1) :

$$(LC)_{n+1} = \alpha^2 (LC)_n$$

d'où, en appelant C_n la capacité fixe nécessaire pour l'échelle :

$$C_{n+1} = C_n + C_v$$

et

$$C_n = \frac{C_v}{\alpha^2 - 1}.$$

Cette valeur est, dans ce cas, la même pour toutes les échelles. Comme $(LC)_1$ est connu, les valeurs des différentes inductances se déterminent dès lors facilement, et on obtient le tableau suivant :

L'auteur traite le cas analogue où les capacités sont fixes et l'inductance variable, et aussi le cas, intéressant pour la réception par méthode hétérodyne, où l'acuité de réglage demandée est fixée par un intervalle donné de fréquence (100 cycles par 0°,5 par exemple). Dans ce dernier cas, en employant une capacité variable, les capacités fixes à employer pour chaque échelle varient d'une échelle à l'autre. — CLAVIER.

Echelle	Produit LC µH × mµF	Gamme	Capacité fixe en mµF (y compris la capacité résiduelle du condensateur variable 0,04 mµF).	Inductance fixe en µH
1	173,6	785-1061	1,236	140,4
2	289,1	1013.1360	1,236	234,0
3	480,0	1310-1763	1,236	388,5
4	796,8	1686.2282	1,236	645,0

ANALYSES

PROPAGATION

Rôle de la terre dans la transmission des ondes électromagnétiques; G. W. O. Howe. *The Electrician*, 8 août 1924, n° 2412, pp. 148-149. — On sait que dans une ligne de transport de force électrique, l'énergie ne se déplace pas dans les conducteurs, mais dans le diélectrique qui les sépare, et que ce déplacement engendre dans les conducteurs des courants secondaires. Par suite de la résistance des fils, il s'y produit des pertes d'énergie, qu'il faut compenser par un apport continuel de puissance en chaque point de la ligne. Cet apport se produit de l'extérieur vers l'intérieur et perpendiculairement à la surface du conducteur. Un phénomène identique a lieu en radiotélégraphie : les ondes électromagnétiques en passant au-dessus du sol, y engendrent des courants; ces courants amènent une dissipation de l'énergie qu'il faut compenser par un apport vertical et de haut en bas en chaque point du sol. On peut donc assimiler la terre à l'un des conducteurs d'une ligne électrique.

L'auteur se propose donc d'appliquer au cas de la transmission de l'énergie par les ondes électromagnétiques, la méthode de calcul employée pour les lignes de transport de force.

En se limitant aux grandes longueurs d'ondes et aux terrains bons conducteurs on peut considérer les courants secondaires engendrés dans le sol par le passage des ondes comme sensiblement parallèles à la surface de la terre : leur penétration est, en effet, faible par rapport à leur longueur d'onde. Ils seront donc peu affectés par la présence de plaques conductrices très minces, disposées verticalement dans le sol et perpendiculaires à leurs directions.

Imaginons donc deux plaques concentriques parfaitement conductrices, enterrées verticalement dans le sol et enroulées en cylindre autour de l'antenne. On découpera ainsi dans la

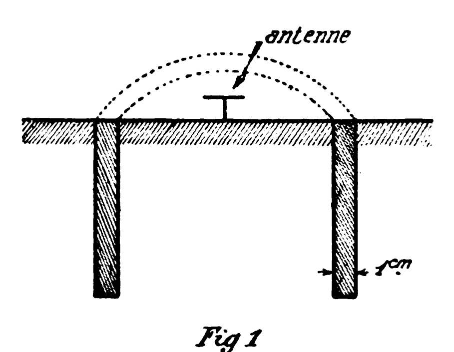


Fig 1

terre un volume compris entre les deux plaques que nous supposerons placées à 1 cm de distance l'une de l'autre (fig. 1).

Ce volume peut être considéré comme un conducteur, entouré de terre ou d'eau comme d'un diélectrique, et à l'extrémité supérieure duquel on appliquerait une différence de potentiel alternative produite par la composante horizontale du champ électrique, créé en ce point par l'émission radiotélégraphique.

En prenant seulement 1 cm de la circonférence on aura à étudier la transmission de l'énergie dans une colonne de terre de 1 cm² de section droite; la self L, la capacité C et la perte G par centimètre de longueur de cette ligne peuvent être évaluées. Supposons en effet que l'unité de courant descend par un des conducteurs et remonte par l'autre, la longueur du chemin magnétique sera alors de 1 cm et puisque

$$H \times 1 = 4\pi$$
$$L = 4\pi\, 10^{-9} \text{ henrys.}$$

****



D'autre part :

$$C = \frac{\varepsilon}{36\pi} 10^{-11} \text{ farads}$$

$$G = \frac{1}{\rho} \text{ mhos}$$

où ε est la constante diélectrique du sol ou de l'eau et ρ la résistance spécifique du sol.

Par ailleurs, la ligne considérée est sans résistance ohmique grâce à la présence de plaques parfaitement conductrices.

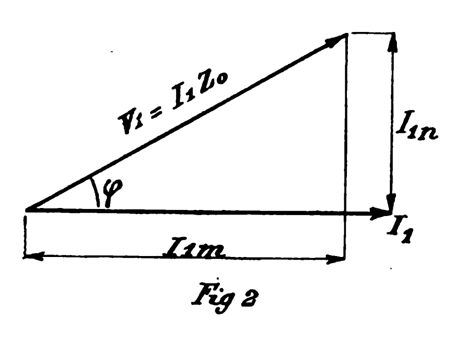


Fig 2

L'impédance apparente d'une ligne de longueur infinie est donnée par l'expression

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{y}} = \sqrt{\frac{jX}{G + jB}} = m + jn \quad (1) \quad (a)$$

où $X = \omega L \quad B = \omega C \quad$ et $j = \sqrt{-1}$

et si I_1 et V_1 sont le courant et la différence de potentiel à l'entrée de la ligne on aura

$$V_1 = I_1 Z_0 = I_1 (m + jn)$$

et l'énergie fournie à la ligne imaginée sera :

$$I_1 V_1 \cos \varphi = I_1^2 m$$
$$\text{avec } \operatorname{tg} \varphi = n/m$$

et où m et n, tirées de l'équation (1) ont pour valeur :

$$2m^2 = \frac{\omega L}{G^2 + \omega^2 C^2} \left\{ \sqrt{G^2 + \omega^2 C^2} + \omega C \right\}$$

$$2n^2 = \frac{\omega L}{G^2 + \omega^2 C^2} \left\{ \sqrt{G^2 + \omega^2 C^2} - \omega C \right\}$$

Comme d'autre part on connait L, G et C, l'auteur a pu calculer les valeurs de m et de n pour diverses qualités de sol et pour différentes longueurs d'onde comprises entre 6 et 31 400 mètres. Ces résultats figurent dans le tableau qu'on trouvera *in fine*.

Notons en passant que le courant I_1 est exactement égal au courant horizontal, allant de plaque à plaque à travers le sol et que le courant total autour de l'antenne sera

$$I = 2\pi R_1 I_1$$

à la distance R_1 de l'antenne.

Puisque la puissance dépensée dans la colonne de terre considérée est

$$I_1^2 m$$

m représente la résistance effective de cette colonne. La composante horizontale du champ électrique est, en surface,

$$E_h = V_1 = I_1 Z_0 = I_1 (m + jn)$$

ou, en valeur absolue

$$E_h = I_1 \sqrt{m^2 + n^2}.$$

Les valeurs de $\sqrt{m^2 + n^2}$ sont données sur le tableau ainsi que celles de :

$$\rho = \operatorname{tg}^{-1} \frac{m}{n}$$

où ρ est l'angle de déphasage de

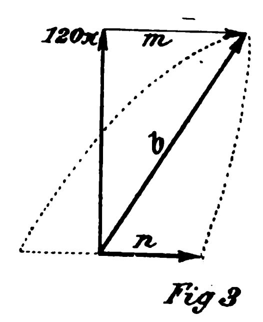


Fig 3

E_h sur I_1 et par suite sur E_v champ électrique vertical.

Si maintenant nous écrivons que la charge maximum par centimètre carré de surface du sol est de q coulombs ou

$$3q \times 10^9 \text{ u. e. s.}$$

le champ vertical sera, en volts :

$$E_v = 4\pi q \times 9 \times 10^{11}$$

et le courant horizontal en ampères :

$$I_1 = q \times 3 \times 10^{10}$$

d'où $$\frac{E_v}{I_1} = 120\pi$$

et $\frac{E_h}{E_r} = \frac{I_1\sqrt{m^2+n^2}}{120\pi I_1} = \frac{\sqrt{m^2+n^2}}{120\pi}$

Les valeurs de ce rapport ont été calculées et si la différence de phase φ n'existait pas on connaîtrait ainsi la valeur de l'angle d'inclinaison du front de l'onde. Mais la présence du déphasage φ entraîne des variations de cette inclinaison au cours du cycle.

La composante $I_1 m$ de E_h est en phase avec E_r alors que $I_1 n$ est en quadrature avec elle. On pourra obtenir la grandeur et la direction du champ électrique E en composant les vecteurs $b \sin \omega t$ et $b \cos \omega t$ de la figure 3 où I_1 est pris comme unité et où $b = \sqrt{m^2 + (120\pi)^2}$.

Si n est petit devant 120π, le champ sera pratiquement alternatif, dirigé suivant b, et le rapport $\frac{m}{120\pi}$ donnera avec une bonne approximation la tangente de l'angle d'inclinaison en avant du champ.

L'auteur termine son exposé en rappelant que ces résultats ne sauraient être utilisés qu'après avoir vérifié que la condition donnée au début et relative à la valeur de la pénétra-

		Eau de mer	Eau douce	Sol mouillé		Sol sec	
	ohms par cm³ = ρ =	100	10^5	10^6	10^5	10^8	10^4
	constante diélectrique = ε =	80	80	5	15	2	6
$\omega = 3 \times 10^8$ $\lambda = 6,3$ m	m	14.9	42,1	168.4	97.5	266	154
	n	12,1	0,1	7.3	1,2	2,5	0.48
	$\sqrt{m^2+n^2}$	19,15	42.1	168.5	97.5	266	154
	ρ	39°	8°1	2° 30′	42′	33′	11′
	E_h/E_r	0,051	0,112	0,45	0,26	0,7	0.41
	pénétration en mètres	0,19	108.5	23,6	47.2	172	298
$\omega = 3 \times 10^7$ $\lambda = 63$ m	m	4.4	42.1	143	95.2	264	154
	n	4.0	0,99	48	11.8	24,7	4.8
	$\sqrt{m^2+n^2}$	6,0	42.1	151	96	265	154
	ρ	44° 30′	1° 21′	18° 30′	7° 4′	5° 20′	1° 48′
	E_h/E_r	0,016	0,112	0.4	0,25	0,7	0,41
	pénétration en mètres	0,54	109	29	47,4	172	298
$\omega = 3 \times 10^6$ $\lambda = 628$ m	m	1,375	39.2	51,2	49	157	136
	n	1,371	8.8	45.2	33,3	94	39
	$\sqrt{m^2+n^2}$	1.94	40.2	68.4	59,3	183	141,5
	ρ	45°	12° 38′	41° 30′	34° 13′	31°	16° 12′
	E_h/E_r	0,005	0.106	0.18	0,16	0.48	0.38
	pénétration en mètres	1,68	112	51	63.50	216	311
$\omega = 3 \times 10^5$ $\lambda = 6280$ m	m	0.435	14.9	13.8	14	44.5	46,5
	n	0.435	12.1	13,6	13.5	42.2	39,6
	$\sqrt{m^2+n^2}$	0,615	19.2	19.4	19,5	61	61
	ρ	45°	39°	44° 36′	44°	43° 30′	40° 30′
	E_h/E_r	0,0016	0,051	0.0515	0,052	0.16	0,16
	pénétration en mètres	5,3	186	169	171	545	580
$\omega = 6 \times 10^4$ $\lambda = 31\,400$ m	m	0,194	6.26	6.15	6.16	19,5	19.7
	n	0,194	6,00	6.13	6.12	19,3	19,1
	$\sqrt{m^2+n^2}$	0,274	8.66	8,67	8,67	27.4	27.4
	ρ	45°	44°	45°	45°	45°	44°
	E_h/E_r	0,0007	0,023	0,023	0,023	0,07	0,07
	pénétration en mètres	11,86	384	375	375	1 190	1 200

ZINCITE NATURELLE

Le morceau, suivant grosseur : **4, 5 ou 6 fr.**

GROS ET DÉTAIL

Potentiomètre 400 ohms .. 8 et 15 fr.
Résistance selfique 1500 w. .. .. 8 fr.

Écouteur Brunet 20 ohms .. 25 fr. 50
Condensateurs toutes capacités depuis 0,01/1000 jusqu'à 3 Mfd

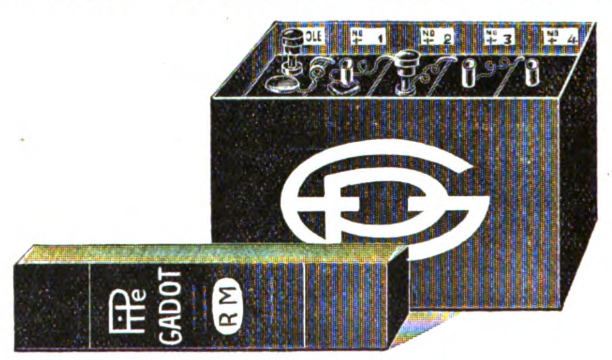
RADIO-AMATEURS

46, rue Saint-André-des-Arts, PARIS-VIe

NOUVELLE BATTERIE DE PILES R. M. 5

A TENSION VARIABLE

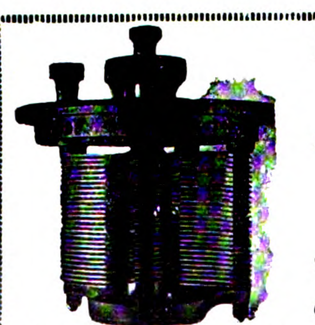
POUR LAMPES RADIO-MICRO (PROCÉDÉ P. BARBIER)



Prix : 46 francs la batterie de 5 éléments.

GADOT

LEVALLOIS-PARIS. Porte Champerret
LYON ... ... 153, avenue Berthelot
BRUXELLES. 17-19, rue des Eburons



Condensateur P. ?. R serie A de 2,5/1000e m.f.d.

LA PRÉCISION ÉLECTRIQUE

(Anciens Établissements HORY)

10, rue Crocé-Spinelli, PARIS-14e (Ségur 73-44)

Fournisseur des Administrations de l'État et des Gouvernements étrangers

GRAND PRIX AU CONCOURS DE T. S. F. 1922

R. C. Seine 22.262

Condensateurs variables à air.
Commandes micrométriques.
Condensateurs fixes. Boîtes de capacité. Résistances.
Transformateurs, Détecteurs,
Commutateurs, Inverseurs, Bornes, etc

ONDEMÈTRES DE PRÉCISION système H. Armagnat

Breveté S. G. D. G.

Représentants exclusifs pour la Belgique et la Hollande : MM. HENROTAY et Cie, 56, rue Crapaurue à VERVIERS (Belgique)

tion des ondes est bien vérifiée : il donne lui-même la valeur de cette pénétration pour les exemples qu'il a calculés dans le tableau et on peut voir sur celui-ci que les résultats obtenus ne sont utilisables dans tous les cas que pour l'eau de mer, et, lorsqu'on a affaire à de l'eau douce ou de la terre, dans le cas où la longueur d'onde est grande : les valeurs obtenues pour *m*, *n*..., etc., ne sont utiles que lorsqu'elles sont placées à gauche de la ligne pointillée du tableau.

Parmi un certain nombre de points intéressants on peut faire remarquer que la pénétration des ondes de 6 m est égale à celles des ondes de 60 m (excepté pour l'eau de mer) et voisine de celles de 600 m et que cette pénétration croît avec la constante diélectrique du sol. Ce fait a d'ailleurs déjà été indiqué par Zenneck dans son étude de la propagation des ondes planes au-dessus d'une surface plane horizontale (*Ann. d. Phys.* 23, p. 846).

FOURNEAU.

Mesures de signaux et de perturbations atmosphériques au « Naval Radio Research Laboratory » ou Bureau des Standards à Washington; par L. W. AUSTIN, *Proceeding of the Institute of Radio Engineers*, vol. 12, n° 3, juin 1924, pp. et n° 4, août 1924, pp. 389-394. — Voici les valeurs moyennes, maximums et minimums des signaux et des perturbations atmosphériques (observés chaque jour à 9 h. et à 15 h.) pour les deux derniers mois de l'année 1923.

Remarques déduites par M. L. W. Austin de l'ensemble des observations de l'année 1923. — Le fait le plus remarquable est la grande augmentation d'intensité des signaux de L.Y qui a accompagné le changement de longueur d'onde vers le 1er mai 1923. On n'a encore donné aucune explication de ce fait qui a été aussi constaté au laboratoire de l'E. C. M. R. de Meudon. Il n'y a pourtant pas eu de variation dans le courant moyen d'antenne comme en font foi les rapports quotidiens de Bordeaux; d'autre part on ne peut invoquer la suppression des harmoniques car il n'y a eu aucun changement dans la disposition de l'antenne. En supposant correcte la hauteur de rayonnement de 170 mètres, mesurée en 1921, la hauteur actuelle estimée d'après les intensités mesurées au Bureau des Standards et à Meudon devrait dépasser de 60 mètres la hauteur des mâts. Il faut noter aussi l'accord parfait des mesures faites sur les signaux U. R. S. I. de Lafayette au Bureau des Standards et à Meudon depuis le changement de longueur d'onde, contrairement à ce qui avait lieu avant. Une autre remarque relative au changement de fréquence est la diminution de l'affaiblissement pendant les après-midi d'été.

Nauen a été d'une faiblesse anormale pendant les matinées de décembre due probablement à l'heure du coucher du soleil en Europe. En effet, des observations faites à différents moments de la journée, pendant les diverses saisons, indiquent nettement le changement des périodes d'affaiblissement des stations européennes avec

	Bordeaux		Nauen		Ste-Assise U. F. U.		Ste-Assise U. F. T.	
	Sign.	Atm.	Sign.	Atm.	Sign.	Atm.	Sign.	Atm.
Novembre								
F. e. m. moyenne. .	141	75	22	70	91	Mêmes nombres que pour Bordeaux.	47	72
— maximum .	220	300	51,5	450	162		82	450
— minimum .	78	15	0	10	29		25,7	10
Décembre								
F. e. m. moyenne. .	125	36	14	32	55		29	32
— maximum .	222	85	55	95	90		51,5	60
— minimum .	60	15	2	10	24		12	10

la variation de cette heure. Cet affaiblissement dû au coucher du soleil n'est d'ailleurs pas un phénomène quotidien et, bien qu'on l'observe pendant plusieurs jours consécutifs, c'est un phénomène irrégulier.

Le degré d'affaiblissement des stations défini par le rapport du signal de 15 h. à celui de 9 h. donne lieu aux observations suivantes : il est le plus petit pour Lafayette (0,48 contre 0,35 en 1922), tandis que celui de Nauen est 0,184 contre 0,198 en 1922. L'affaiblissement sur UFU est le même que sur UFT, ce qui semble indiquer que la différence sensible entre les affaiblissements de Nauen et de Lafayette ne doit pas provenir de la différence de longueur d'onde comme l'hypothèse en avait été émise l'an dernier, mais plutôt de leurs situations ou d'autres causes encore inconnues. Il est remarquable que Bolinas, bien qu'ayant à peu près la même fréquence que UFT a un degré d'affaiblissement beaucoup plus favorable à Washington, ce qui peut être attribué partiellement à la différence de conditions dans le trajet des ondes et aussi au fait que l'effet du coucher du soleil en Californie ne coïncide pas avec l'absorption locale de l'après-midi autour de Washington au contraire de ce qui a lieu dans le cas de Sainte-Assise. Mais toutes ces conclusions doivent être considérées comme des essais d'explication jusqu'à ce qu'on puisse vérifier les phénomènes sur des observations de plusieurs années.

Enfin les troubles atmosphériques en été 1923 ont été moins violents qu'en 1922, mais ont commencé beaucoup plus tôt et continué beaucoup plus tard. — P. Abadie.

MESURES

Théorie de la mesure des très hautes fréquences par l'emploi d'ondes stationnaires sur deux fils parallèles; A. Hund. *Scientific papers of the Bureau of Standards*, n° 491, 23 juin 1924. — L'auteur donne une discussion mathématique de la propagation des ondes de très haute fréquence, sinusoïdales, d'amplitude constante, le long de fils conducteurs parallèles, reliés à l'extrémité où a lieu l'excitation du système, produite par un générateur à triodes. Cette disposition expérimentale est souvent employée, en particulier par le Bureau of Standards, comme base d'un système d'étalonnage absolu des longueurs d'ondes. La longueur d'onde est caractérisée par la distance qui sépare deux positions consécutives où un système couple galvanomètre, jeté en pont sur la ligne, et que l'on fait glisser, accuse un maximum de déviation. En première approximation, on obtient la fréquence par l'expression

$$f = \frac{V_0}{2l}$$

où V_0 est la vitesse de propagation des ondes hertziennes et de la lumière, et l la distance entre les deux maximums comme ci-dessus indiqué. Mais, cette formule n'est qu'approximative et l'auteur montre qu'il est legitime d'admettre que la longueur d'onde le long des fils étant prise égale à $2\ l$, la vitesse de propagation réelle est de la forme

$$V_0 (1 - \Delta)$$

Δ étant un terme correctif dont il donne une formule de calcul. Pour permettre d'effectuer un grand nombre de mesures, il construit pour un système particulier la courbe de Δ en fonction de la fréquence

$$\left(\Delta = \frac{k}{\sqrt{f}}\right)$$

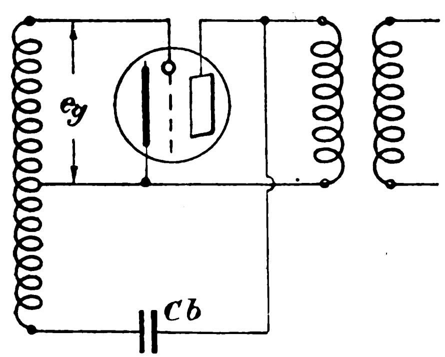
D'autre part, la distance entre fils et le diamètre des fils ont peu d'importance, quant à la valeur de l, à moins de cas extrêmes. Il est recommandable de limiter la longueur de la ligne de façon à n'y trouver que juste deux maximums. Cette longueur de ligne peut d'ailleurs être réduite en branchant un condensateur en dérivation du côté de la boucle d'excitation. Le système couple galvanomètre servant d'indicateur, shunté par un fil de faible résistance, n'apporte pas d'erreur sensible

dans la détermination des positions des maximums. Comme ces maximums sont caractéristiques de la réalisation de résonances très aiguës, la méthode est susceptible d'une haute précision.

L'expérience a montré que l'effet perturbateur dû aux corps avoisinants n'entache généralement pas la mesure de l d'une erreur appréciable. CLAVIER.

TUBES ÉLECTRONIQUES

Amplificateurs à haute fréquence; H.-T. FRIIS et A.-G. JENSEN. *The Bell Technical Journal*, t. III, n° 2, pp. 181 à 197, avril 1924. — Les auteurs envisagent tout d'abord le cas du couplage entre deux lampes au moyen d'une inductance et d'une capacité en parallèle, une partie seulement de l'inductance étant intercalée dans le circuit plaque de la première lampe En désignant par L_2 l'inductance de la bobine intercalée dans la



plaque, L_1 l'inductance de la partie extérieure, M le coefficient d'induction mutuelle des deux parties, R_p la résistance plaque de la lampe, R_g la résistance grille, en supposant d'autre part le circuit oscillant accordé sur la fréquence à amplifier, en appelant L l'inductance totale du circuit oscillant, on a :

$$L = L_1 + L_2 + 2M.$$

Si on désigne par R_1 et R_2 les résistances des deux parties de l'inductance, la résistance totale du circuit oscillant est :

$$R' = R_1 + R_2 + \frac{\omega L^2}{R_g}$$

et l'impédance dans le circuit plaque

$$Z = \omega^2 \frac{(L_2 + M)^2}{R'}.$$

L'amplification, rapport de la tension e_g appliquée à la grille de la deuxième lampe à e_0, la tension appliquée à la grille de la première lampe est :

$$K = \frac{e_g}{e_0} = \mu \frac{\omega^2 L (L_2 + M)}{\omega^2 (L_2 + M)^2 + R_p R'}$$

μ facteur d'amplification de la lampe, expression qui est maximum lorsque

$$R_p = Z.$$

On a alors :

$$K_{max} = \frac{\mu}{2} \frac{1}{\sqrt{R_p}} \frac{\omega L}{\sqrt{R'}}$$

qui peut s'écrire lorsque R_g est très grand

$$K_{max} = \frac{\mu}{2} \frac{1}{\sqrt{R_p}} \frac{\omega L}{\sqrt{R_1 + R_2}}$$

d'où intérêt d'opérer avec de grandes inductances ayant de faibles résistances.

Les auteurs ont vérifié expérimentalement cette formule.

Lorsque toute l'inductance est intercalée dans le circuit plaque, on obtient des amplifications moindres, mais la courbe d'amplification en fonction de la fréquence est moins pointue. L'amplificateur fonctionne dans une gamme plus large de longueurs d'onde.

Les auteurs envisagent ensuite le cas où le passage d'un étage au suivant est constitué par deux circuits oscillants couplés.

Dans ce cas, la courbe représentant l'amplification en fonction de la fréquence présente deux maximums. La bande de longueurs d'onde de l'appareil est plus large qu'avec un seul circuit oscillant.

Il importe toutefois de remarquer que toutes les études précédentes se rapportent au cas où R_g est grand, cas qui est toujours réalisé si la deuxième lampe est une lampe détectrice.

Il n'en est plus ainsi lorsque la lampe est amplificatrice par suite de la réaction entre le circuit plaque et le


IL Y A 750.000 CASQUES
BRUNET
EN SERVICE DANS LE MONDE
...S'ILS NE MÉRITAIENT
PAS LEUR RÉPUTATION
ON S'EN SERAIT
DÉJA APERÇU

circuit grille, réaction étudiée par Miller et Nichols.

Dans ce cas, le circuit filament-grille se comporte comme ayant une résistance apparente

$$R'_g = \frac{\omega^2 R_p C^2_{gp} + 4}{\omega^2 R_p C^2_{gp} (\mu + 2)}$$

C_{gp} étant la capacité filament-plaque.

Pour des fréquences élevées R'_g atteint des valeurs relativement faibles. Les formules précédentes ne sont plus applicables et il est préférable d'employer le procédé des systèmes oscillants couplés.

Pour un amplificateur à plusieurs étages, il convient donc d'utiliser un étage très sélectif à grande amplification constitué par un système oscillant dont une partie de l'inductance est intercalée dans le circuit plaque, les autres étages étant réunis par des circuits oscillants couplés.

Les auteurs indiquent incidemment un procédé pour éviter les amorçages d'oscillations dus précisément à la réaction de la plaque sur la grille.

Le filament est réuni au milieu d'une bobine.

La grille est réunie à l'une des extrémités de cette bobine. Un condensateur réunit la plaque à l'autre extrémité. Pour une valeur convenable de la capacité de ce transformateur on annule la capacité grille-plaque (voir la figure). — JOUAUST.

DIVERS

Transformateurs téléphoniques; W. L. CASPER. *Electrical Communication*. Vol. II, n° 4, avril 1924. — L'auteur commence par examiner les différents rôles que l'on peut demander de jouer aux transformateurs en technique téléphonique. Le principal est de pouvoir transmettre inductivement d'un circuit à l'autre l'énergie des courants téléphoniques, avec un bon rendement et un faible effet de distorsion. Mais il en est d'autres, comme de transmettre une gamme de fréquences plus particulièrement, d'assurer l'élimination du courant continu d'un circuit à l'autre, d'empêcher les brouillages par induction entre lignes adjacentes, etc.

Entre toutes les conditions qu'on peut ainsi imposer aux transformateurs, l'auteur se limite à l'examen de la bande de fréquences à transmettre pour obtenir de bons résultats en téléphonie, et à la discussion des trois cas d'emploi suivants : les deux circuits couplés par le transformateur comportent : 1° soit uniquement des résistances; 2° soit l'un une résistance, l'autre une réactance positive; 3° soit enfin l'un une résistance, l'autre une réactance négative. Le rendement est évalué par comparaison avec un transformateur idéal, qui n'introduirait pas de pertes et posséderait le rapport de transformation optimum étant donnés les deux circuits. Pour analyser le fonctionnement du transformateur, on le remplace par un schéma en T qui permet d'examiner commodément les pertes. L'auteur étudie la variation de ces pertes avec la fréquence pour les trois cas ci-dessus mentionnés et donne des courbes pour des transformateurs possédant des impédances mutuelles différentes. D'autres courbes montrent le fonctionnement des transformateurs d'attaque des lampes à trois électrodes, suivant le rapport de transformation choisi, ce cas particulier ressortissant du troisième cas de constitution des circuits couplés envisagé dans l'étude de l'auteur.

La réalisation mécanique des transformateurs téléphoniques fait l'objet de la fin de l'article. Il est traité en particulier des transformateurs employés dans les récepteurs et les appareils de radio sur lignes ou dans l'espace. Chacun des types de transformateurs est spécialement étudié pour les conditions propres de son emploi, et l'auteur expose les précautions à prendre pour protéger les transformateurs contre les variations atmosphériques, l'humidité en particulier, de façon à assurer à ces appareils un fonctionnement de longue durée exempt de tout dérangement. — CLAVIER.

Le théorème d'Heaviside (Expansion theorem); Louis Cohen. *Journal of the Franklin Institute*, vol. 194, n° 6, décembre 1922. — Heaviside a formulé un théorème, connu en Amérique sous le nom de *Heaviside Expansion Theorem* qui se montre d'une grande utilité pratique pour la solution mathématique de nombreux problèmes d'électricité. Ce théorème permet en effet souvent de trouver avec facilité la distribution des courants dans les circuits complexes, à l'état transitoire aussi bien qu'à l'état de régime. L'auteur regrette que l'emploi de cette méthode de calcul ne se soit pas généralisé davantage et croit en voir la raison dans les difficultés que l'ingenieur trouve à la lecture des œuvres d'Heaviside, d'une tenue mathématique très élevée. L'article a pour but de donner un exposé simple du théorème dans deux cas très importants : celui où l'on applique au circuit une *f. e. m.* constante ; et celui où la *f. e. m.* appliquée est sinusoïdale. Il aboutit ainsi aux deux formules

$$(1)\ \mathrm{I} = \frac{\mathrm{E}}{Z(p)_{p=0}} + \sum_{n=1}^{n=m} \frac{\mathrm{E}\,.\,e^{p_n t}}{p_n \frac{\partial Z(p)}{\partial p}_{p=p_n}}$$

$$(2)\ \mathrm{I} = \frac{\mathrm{E}e^{\lambda t}}{Z(p)_{p=\lambda}} - \sum_{n=1}^{n=m} \frac{\mathrm{E}\,e^{p_n t}}{(\lambda - p_n)\frac{\partial Z(p)}{\partial p}_{p=p_n}}$$

où E est la *f. e. m.* appliquée constante, $\mathrm{E}e^{\lambda t}$ sinusoïdale. $Z(p)$ est l'impédance généralisée, obtenue par l'emploi de l'opérateur $p = \frac{d}{dt}$ de la façon que fera comprendre l'analyse suivante, $p_1, p_2, \ldots\ldots p_m$ sont les racines de l'équation algébrique $Z(p) = 0$. — Clavier.

Applications du théorème d'Heaviside; Louis Cohen. *Journal of the Franklin Institute*, mars 1923. — L'auteur donne dans cet article des exemples simples mais très utiles, et très clairement exposés, de la méthode de calcul symbolique préconisée par Heaviside. Soit, par exemple, un circuit d'inductance L, de résistance R où on imprime une force électromotrice sinusoïdale $\mathrm{E}.e^{j\omega t}$. L'équation ordinaire s'écrit symboliquement :

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{E}\,e^{j\omega t}}{\mathrm{L}p + \mathrm{R}}$$

p est l'opérateur $\frac{d}{dt}$ et $Z(p) = \mathrm{L}p + \mathrm{R}$ l'impédance généralisée. La formule (2) indiquée dans l'analyse ci-dessus s'applique alors. L'équation $Z(p) = 0$ a une racine $p = -\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}}$ et on obtient :

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{L}j\omega + \mathrm{R}}\left(e^{j\omega t} - e^{-\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}}t}\right)$$

qui donne pour partie réelle :

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{E}}{\sqrt{\mathrm{R}^2 + \mathrm{L}^2\omega^2}}\cos(\omega t - \varphi) -$$

$$-\frac{\mathrm{E}\,\mathrm{R}}{\mathrm{R}^2 + \mathrm{L}^2\omega^2}\,e^{-\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}}t} \qquad \mathrm{tg}\,\varphi = \frac{\mathrm{L}\omega}{\mathrm{R}}.$$

Lorsque $\omega = 0$, la force électromotrice appliquée est constante et on retrouve les formules usuelles, mais avec un procédé dont la généralité et l'élégance sont remarquables. L'auteur donne comme autres exemples le cas d'un circuit comprenant : résistance, inductance et capacité, le cas de deux circuits couplés inductivement, et le cas de la propagation le long d'une ligne à constantes réparties. Pour une étude plus approfondie, on pourra se reporter soit aux œuvres originales d'Heaviside (*Electromagnetic Theory*, vol. II), soit à l'étude très documentée de John R. Carson, publiée avec un commentaire de M. Pomey dans la *Revue générale de l'Electricité*, tome XIII, n°s 20 et 21 (19 et 26 mai 1923). — Clavier.

ANALYSES

RADIOGONIOMÉTRIE

Un phare hertzien directif et son application à la navigation; F. ENGEL et F. DUMMORE. *Sc. Papers Bur. of Stand.*, **19**, n° 480, 5 janvier 1924, pp. 281-295. — Ce phare est constitué par deux cadres émetteurs orientés à 135° l'un de l'autre. Ces cadres sont excités alternativement par un poste à étincelle; sur l'un d'eux on transmet la lettre A, sur l'autre la lettre T. Les lettres A et T ne sont entendues avec des intensités presque égales que par les observateurs qui se trouvent dans le voisinage de la bissectrice de l'angle d'ouverture des cadres. Un tel système permet à un navire ou à un aéroplane de suivre un alignement déterminé.

Après quelques essais préliminaires effectués à Washington, des cadres de 15 m sur 37 m furent installés près de Dayton (Ohio). Ils furent alimentés sur une fréquence de 300 kilopériodes par un poste de 5 kilowatts mettant 18 ampères dans les cadres.

L'alignement qu'ils fournissaient fut dirigé sensiblement le long d'une route rectiligne sur une distance d'une centaine de kilomètres. Une voiture munie d'un cadre de réception et d'un amplificateur à sept triodes suivit la route, s'arrêtant de temps à autre pour parcourir lentement les routes traversières. A une distance de 21 km on obtenait l'égalité de réception des A et des T dans une bande ayant 110 m de large, à 55 km la bande avait 222 m, à 82 km elle en avait 152. La sortie de cette bande à sons égaux était très nettement constatée à l'oreille.

Il fut cependant indispensable de s'écarter pour ces mesures des lignes télégraphiques et d'éviter le voisinage d'une haute colline ou d'un bois dans la direction de l'émetteur.

Après ces essais à terre, on en fit d'autres en vol sur un avion. On constata immédiatement que la zone d'égalité était très déplacée quand l'avion volait perpendiculairement à l'alignement et ce déplacement, très important, variait avec l'altitude. A 33 kilomètres de distance, le déplacement était de 1 600 m pour une altitude de 305 m, de 3 200 m pour une altitude de 610 m, de 4 800 m pour une altitude de 915 m.

Cet inconvénient disparut complètement en remplaçant l'antenne longue et légère par une antenne courte et pesante, pendant presque verticalement.

Lors des essais préliminaires effectués à Washington, on avait trouvé que la zone d'égalité de sons avait une largeur de 2 km à 50 km de distance.

Dans les deux cas, la bissectrice de l'angle des cadres coïncidait à très peu près avec celle de la zone d'égalité.

Notons enfin que l'angle de 135° a été choisi comme donnant le meilleur compromis entre la portée et la finesse de la zone d'alignement. Avec un angle de 45° la portée est très améliorée, mais les observations sont beaucoup moins nettes. — MESNY.

Observations radiogoniométriques de stations de navires et de stations côtières; SMITH-ROSE. *Journ. Ins. El. Eng.*, **62**, n° 332 août 1924, pp. 701-711. — Cet article est un exposé des essais méthodiques dirigés par l'auteur dans le but d'apprécier le degré de confiance que l'on peut apporter aux observations radiogoniométriques faites par les radiogoniomètres côtiers sur les émissions des navires. Ces expériences commencèrent en octobre 1922, puis furent poursuivies de façon intermittente dans le courant de 1923 pendant une durée totale de quatorze semaines.

Il y eut deux stations d'observa-

ions : à Orford sur le bord de la mer, un peu au nord de Harwich, et à Slough, un peu à l'ouest de Londres. Les radiogoniomètres étaient du type Bellini apériodique. Les émissions relevées provenaient de navires faisant le service entre l'Angleterre et le Continent jusqu'à la hauteur de Sheveningen ; ces navires déterminaient exactement leurs positions en passant près des bateaux feux dans la Mer du Nord. Quelques stations côtières furent également observées ainsi que le poste de Teddington, dans les terres, au sud de Londres, à 150 km environ d'Orford. La plupart des observations eurent lieu de nuit. Les émissions étaient amorties et on employait des ondes de 450 m ou 600 m.

D'une façon générale, les observations furent beaucoup plus difficiles à Slough en raison du flou caractéristique des relèvements de nuit sur des ondes ayant traversé une certaine étendue de terre. A Orford, cet inconvénient ne se fit sérieusement sentir que pour les observations de Teddington.

Un millier d'observations environ furent faites sur les stations de bord. A Orford, 70 pour 100 des erreurs furent inférieures à 2°; 93 pour 100 furent inférieures à 4°; 2,7 pour 100 seulement dépassèrent 5°; le plus grand écart fut de 9°3. A Slough, 46 pour 100 seulement des erreurs furent inférieures à 2° et 9 pour 100 dépassèrent 10°; l'erreur maxima atteignit 33°8.

Si l'on classe les observations d'après la distance des émetteurs au radiogoniomètre, il semble que le pour cent d'erreurs inférieures à 2° croît notablement avec la distance, mais l'auteur pense devoir attribuer quelques-unes des erreurs des observations à courte distance à l'incertitude sur la position du navire.

Le flou des observations de nuit fut peu important pour les observations faites d'Orford ; cependant, il croissait avec l'éloignement et l'auteur estime que la distance de 200 km peut être considérée comme une limite inférieure, en deçà de laquelle l'usage de la radiogoniométrie à la mer est sur.

Les observations de Teddington furent presque toujours mauvaises la nuit à Orford. Dans 69 pour 100 des cas il fut impossible d'observer un relèvement.

A la fin des essais précédents et pour les clore, l'auteur embarqua sur un des navires prenant part aux essais et, pendant deux traversées, il surveilla la détermination du point exact au moment des observations.

Sur 38 relèvements, il n'y eut alors que 33 erreurs inférieures à 1° et deux seulement dépassèrent 2° (2°6 et 3°2). Encore coïncidaient-elles avec du mauvais temps qui, écartant le navire des bateaux-feux, avait rendu impossible la détermination exacte du point.

Notons enfin que l'auteur signale les troubles apportés par des falaises voisines du radiogoniomètre et par l'installation de ceux-ci sur des collines ; il indique encore que les relèvements faisant un angle trop petit avec la côte sont presque toujours mauvais. — Mesny.

Radiogoniométrie sur les navires métalliques; C.-E. Horton. *Journ. of Inst. of El. Eng.*, vol. 61, n° 322, sept. 1923. — L'auteur donne des indications sur les cadres, type Bellini, employés dans la marine anglaise pour les relèvements radiogoniométriques effectués à bord, et sur les méthodes employées pour prévoir les déviations avant la construction des navires.

Il commence par quelques considérations sur les déviations auxquelles donne lieu le navire. Il admet que celui-ci peut être assimilé, au point de vue des déviations qu'il produit, à deux cadres apériodiques perpendiculaires l'un à l'autre et à une antenne, mais il ne tire de cette hypothèse aucune conséquence et son analyse des déviations n'a pas de précision.

Il note l'effet de la position donnée aux cadres et l'influence de la longueur d'onde sur la grandeur des déviations et la netteté des minima.

****



Un radiogoniomètre installé entre les deux cheminées d'un navire donnait de bons relèvements sur une onde de 2000 m, les observations devenaient délicates sur 600 m, impossibles sur 300 m. D'une façon générale, il est impossible de relever des ondes de longueur inférieure ou égale à 150 m.

Il insiste sur la question de la netteté des estimations et fait remarquer que le flou est toujours l'indice d'un relèvement douteux; des ordres de l'Amirauté prescrivent de n'employer que les relèvements obtenus par minima bien nets.

Il revient fréquemment sur l'influence néfaste des cheminées.

Pour étudier à l'avance leur effet, et plus généralement celui de toutes les aspérités métalliques de la coque, voici la méthode qu'il préconise : La propagation d'une onde plane verticale dans un espace qui contiendrait des cylindres conducteurs verticaux et infinis, est de même nature que celle d'un courant qui se propagerait, dans la même direction que l'onde, dans une plaque conductrice horizontale et infinie, où des trous correspondraient à la section des cylindres. On prend alors une grande plaque de zinc, dans laquelle on perce des trous correspondant aux emplacements des cheminées et autres aspérités de la coque, et on trace expérimentalement les lignes équipotentielles. Cette méthode a été critiquée dans la discussion qui a suivi la communication faite par l'auteur à l' « Institute of Electrical Engineers ».

Les cadres Bellini employés sont des cadres apériodiques. La meilleure condition à remplir serait d'égaliser l'inductance des bobines primaires et celle des cadres, mais dans la pratique il vaut mieux diminuer beaucoup l'inductance des bobines primaires pour éliminer l'effet de la capacité des connexions entre ces bobines et les cadres, connexions qui sont parfois très longues. L'auteur utilise, comme primaires, des bobines de 10 μH et obtient d'excellents résultats avec des connexions pouvant avoir une capacitié de 1 mμF.

Pendant la discussion une objection fut faite aux grands cadres Bellini qu'il est difficile de placer favorablement à cause de leurs dimensions mêmes. L'auteur fit remarquer que ces cadres offrent l'avantage de laisser le choix tout à fait libre pour l'emplacement du poste d'écoute et de recherche, les connexions entre les cadres et leurs bobines pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres. — MESNY.

La direction par télégraphie sans fil en aéronautique; CHAUDLER. *Journal Institute El. Eng.*, 320 (1923), 803-811. — Article traitant spécialement le cas où la direction est déterminée à bord de l'avion par l'emploi de dispositifs de réception dirigée, tels que cadres fixes sur les ailes, ou cadres mobiles dans le fuselage. Le cas d'émissions dirigées (phares hertziens) et le cas de la détermination de la position par les postes terrestres envoyant le point obtenu ne sont que mentionnés.

A signaler l'étude très intéressante sur les causes d'erreurs qui se présentent en radiogoniométrie et leurs remèdes. L'auteur distingue plusieurs erreurs : 1° L'une variable avec le relèvement du poste d'émission par rapport à l'axe de l'avion, variant d'un jour à l'autre et aussi fonction de la longueur d'onde, c'est l'erreur quadrantale due vraisemblablement aux courants de haute fréquence induits dans les fils tendeurs et parties métalliques de l'avion.

On peut la compenser par un circuit auxiliaire captant les ondes et couplé lâchement avec les cadres fixes de réception. Une capacité permet de régler l'impédance pour détruire en grandeur et en phase les actions des parties métalliques de l'avion, un jeu de capacités fixes commandées par un commutateur permet de compenser suffisamment les erreurs dans tous les azimuts.

2° Une erreur due à l'effet antenne de l'avion dont les propriétés directives ne se retrouvent que pour une rotation de 360 degrés, celle du cadre

se trouvant pour 180 degrés, d'où une perturbation fonction du gisement en même temps que les correctives précédentes fonction de l'angle double.

3° Une erreur indépendante du gisement, due à des décalages matériels, et en même temps due aux réfractions des ondes qui changent leur trajectoire, en particulier celle-ci étant soumise aux variations diurnes. — R. Dubois.

PROPAGATION

L'évolution des communications Radio-Electriques; H. de Bellescize. *Technique moderne*, t. 16, n° 8, 15 avril 1924. — L'auteur se propose d'exposer comment des méthodes et des formules déjà anciennes rendent compte des faits les plus récents à quelques détails près, qui nécessiteront plutôt un reajustement qu'un bouleversement de nos notions habituelles.

Il rappelle d'abord la formule habituellement employée pour exprimer le champ produit par une émission

$$\varepsilon = 120\pi \frac{e^{-\frac{\alpha D}{\sqrt{\lambda}}}}{D} \frac{hi}{\lambda}.$$

Austin admet pour le facteur d'atténuation les valeurs $4,7.10^{-5}$, qui correspond aux conditions les plus défavorables de jour sur un parcours entièrement marin et pour des portées de l'ordre de $D = 5.10^{-4}\sqrt{\lambda}$; mais les valeurs observées lors de la campagne de l'*Aldébaran* fournissent des valeurs de jour comprises entre $2,5.10^{-5}$ et $4,7.10^{-5}$ et il est bon de remarquer qu'à mesure que la distance augmente, l'écart entre les valeurs de α correspondant à la nuit et au jour diminue beaucoup.

Il se préoccupe ensuite de la relation qui doit exister entre le champ d'une émission et la longueur d'onde pour assurer une réception convenable. La qualité de la réception dépend naturellement de la vitesse de la manipulation et des oscillations parasites amorcées par les atmosphériques. Si l'on appelle N le nombre de mots transmis à la minute, on doit avoir pour un récepteur donné et un état donné de l'atmosphère la *relation fondamentale*

$$\frac{\varepsilon}{\lambda N} = \text{constante}$$

qui lie les éléments correspondant à *une réception de qualité donnée* (même nombre de fautes à l'heure par exemple).

Cette relation s'obtient en recherchant l'action d'une onde de longueur λ sur un résonateur très peu amorti pendant le temps correspondant au signal le plus court.

Si l'état des atmosphériques varie et que l'on caractérise cet état par un nombre P, on voit qu'une réception de qualité donnée correspondra à la constance de l'expression

$$\frac{\varepsilon}{\lambda N P}.$$

La confirmation expérimentale de cette relation est chose faite en ce qui concerne la constance du rapport $\frac{E}{N}$, λ et P étant constants; mais il y aurait un gros intérêt à vérifier encore expérimentalement la constance de $\frac{\varepsilon}{\lambda}$, N et P étant constants.

La relation précédente fait ressortir d'une façon frappante un avantage des ondes courtes : N et P restant constants, une onde de 200 mètres permettra l'emploi d'un champ ε cent fois plus petit qu'une onde de 20000 mètres.

L'auteur applique les considérations précédentes à la recherche de l'onde la plus favorable pour une distance donnée. Il prend comme point de départ la valeur de $\frac{\varepsilon}{\lambda}$ qui convient dans nos climats, sans dispositif antiparasite spécial, et en été, pour communiquer à plus de vingt mots à la minute pendant les 4/5 au moins de la journée sur les ondes longues et moyennes; cette valeur est égale à

Les Concerts Anglais à la portée de tous

Le Studio III

NOUVEAUTÉ

NE RAYONNE PAS dans l'antenne
PORTÉE : Plus de 2.000 kilomètres

3 GRANDS PRIX
Hors Concours, Membre du Jury
1924



F. VITUS

CONSTRUCTEUR

54, rue Saint-Maur, PARIS

Tél. : ROQUETTE 18-20

DEMANDEZ NOTICES GRATUITES

Cardiff	5 W A	350 m	Bruxelles	265 m
Londres	2 L O	365 m	Petit Parisien	345 m
Glasgow	5 S C	420 m	P. T. T.	458 m
Newcastle	5 N O	435 m	Aberdeen	495 m

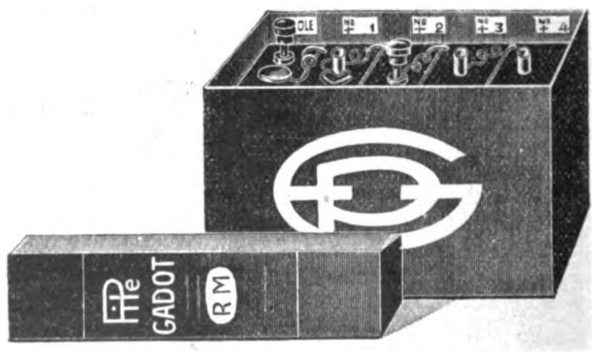
R. C. Seine 183.898

Le Studio III est le poste moderne

NOUVELLE BATTERIE DE PILES R. M. 5

A TENSION VARIABLE

POUR LAMPES RADIO-MICRO (PROCÉDÉ P. BARBIER)



Prix : 46 francs la batterie de 5 éléments.

GADOT

LEVALLOIS-PARIS. Porte Champerret
LYON ... ... 153, avenue Berthelot
BRUXELLES. 17-19, rue des Eburons

7.10^{-3}. Quelques graphiques indiquent les résultats obtenus pour des distances de 5 000 et de 10 000 kilomètres et pour des communications de jour ($\alpha = 4,7.10^{-5}$) et de nuit ($\alpha = 10^{-5}$).

Pour communiquer à 5000 km, l'onde la plus avantageuse serait celle de 8000 m, la puissance nécessaire atteindrait 300 kw ; à 10000 km on aurait $\lambda = 19000$ m, $W = 70000$ kw ! De nuit, dans des conditions favorables ($\alpha = 0,65.10^{-5}$), on couvrirait 5000 km avec 50 w sur 300 mètres.

Ces chiffres montrent quelles puissances irréalisables il faudrait atteindre pour obtenir des communications sûres à des distances de 10000 kilomètres. Ils mettent aussi en évidence les avantages des ondes courtes, principalement pour la communication de nuit. L'auteur estime même que des communications telles que celles de France-Etats-Unis, pour lesquelles la direction dominante des atmosphériques est favorable, doivent être fréquemment réalisables la nuit avec moins de 1 watt.

La situation se présente donc à l'heure actuelle sous l'aspect suivant :

Sur les petites ondes, réalisations très inférieures aux possibilités. Sur les grandes ondes, nécessaires aux communications permanentes à grande portée, programme dépassant les ressources immédiates de la technique et c'est là le seul problème réellement difficile qui se pose devant les ingénieurs.

En tous cas, les observations récentes sur les ondes courtes ne conduisent pas à une révolution dans les notions acquises ; mieux vaudrait convenir que celles-ci sont embryonnaires et s'attacher à les approfondir avec méthode. — Mesny.

Au sujet des phénomènes de propagation et des perturbations dans la réception en radiotélégraphie; F. Kiebitz. *Pr. Ins. Rad. Engin.* **12**, n° 3, juin 1924, pp. 233-241. — L'auteur estime que la propagation peut être étudiée en considérant simplement le glissement des ondes à la surface de la terre conductrice et il donne le nom de valeur théorique du champ à celle obtenue par l'application de la formule du dipôle, à laquelle il ajoute le facteur $\sqrt{\frac{\alpha}{\sin \alpha}}$ pour tenir compte de la courbure de la terre ; α étant l'angle sous lequel on voit du centre de la terre l'arc séparant l'émetteur du point d'observation.

Il admet l'application du principe d'Huygens à l'étude de la propagation. Il fait remarquer que les sections de la surface de la terre par différents plans passant par un diamètre déterminé n'ont pas la même longueur ; pour un point situé à l'équateur, il y a 34 kilomètres de différence entre la section équatoriale et la section méridienne. Il en conclut que les ondes élémentaires ayant suivi des chemins différents ne sont pas en phase en arrivant aux antipodes. Pour les fréquences très élevées, ces ondes élémentaires arrivent donc aux antipodes en complète discordance. C'est pourquoi, dit-il, les ondes courtes ne sont pas convenables pour les communications à longue distance.

Sur l'absorption, nous n'avons que des données empiriques et nous ne pouvons pas encore dire quelles sont, des portées de jour ou de nuit, celles qui doivent être considérées comme normales. En raison de cette ignorance, un grand nombre d'explications possibles des phénomènes de propagation a été imaginé, dont certaines frisent le fantastique.

Pour obtenir des mesures précises du champ, le Bureau National Télégraphique allemand a établi deux installations très soignées, l'une à Berlin, l'autre à Strelitz, à 100 kilomètres au nord de Berlin. Elles permettent de faire des observations au galvanomètre à corde sur les plus lointaines stations (Honolulu). Leurs observations coïncident à 30 % près, pourcentage qu'il estime représenter la limite des erreurs de mesure.

Les observations de nuit des stations américaines donnent des valeurs du champ généralement un peu plus petites que les valeurs théoriques précédemment définies ; quelques

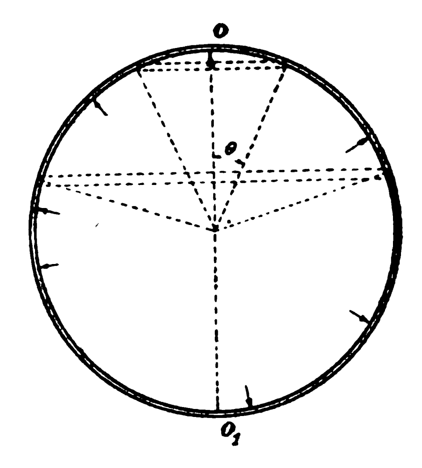
pointes les dépassent de moins de 30 %. Les choses se passent donc alors comme si les ondes suivaient un bon conducteur dans un air parfaitement isolant et il est inutile de supposer des réflexions sur des couches élevées de l'atmosphère. En été, les valeurs de jour sont plus fortes qu'en hiver, les valeurs de nuit un peu inférieures.

Quant aux perturbations, l'auteur estime qu'un grand nombre d'entre elles proviennent des installations électriques industrielles. Pour les autres, les recherches faites l'an dernier au laboratoire de Strelitz n'ont révélé aucune relation entre elles et aucun phénomène ayant lieu sur terre.

Des enregistrements simultanés effectués à Berlin et à Strelitz en profitant des signaux horaires de Paris et de Lyon ont montré qu'un grand nombre de perturbations étaient communes à ces deux points d'observation, distants de 100 kilomètres. D'autres observations faites à Riverhead (Long Island) par M. Goldsmith ont permis de reconnaître également plusieurs coïncidences.

Il y a donc lieu de chercher une source des perturbations dans des décharges atmosphériques éloignées ou peut-être dans des variations brutales du magnétisme terrestre. Barkhausen a en effet montré que l'aimantation du fer n'était pas continue, mais se faisait par à-coups. — MESNY.

Une nouvelle théorie des radiocommunications à longues distances; G.-W.-O. HOWE. *The Electrician*, nos 2417 et 2421, 12 septembre et 10 octobre 1924, pp. 282-284 et 402-403. — En examinant la figure ci-contre, qui représente le globe terrestre, on voit que les ondes électromagnétiques restent confinées dans un espace relativement petit compris entre la surface du sol et la couche d'Heaviside : on peut donc admettre qu'elles sont transmises suivant deux dimensions seulement. Supposons donc un poste émetteur situé en O : dans chacune des zones A et B on devra retrouver, aux pertes près, la même quantité d'énergie, dont la densité sera proportionnelle à sin θ. Le champ électrique sera donc lui-même proportionnel à $\sqrt{\sin\theta}$ et on voit immédiatement que pour $\theta > 90°$, c'est-à-dire pour les distances supérieures à 10000 km, la valeur de ce champ de-



vrait croître avec la distance (ou tout au moins rester constant). Ce fait a été vérifié lors de la croisière de l'*Aldébaran*, au cours de laquelle un renforcement de la réception a été nettement constaté aux antipodes.

Puisque la transmission de l'énergie se fait parallèlement à eux, nous pouvons considérer le sol et la couche d'Heaviside comme les deux conducteurs d'une ligne de transport de force. En appliquant la méthode de calcul usuelle pour ce type de ligne, dont il nous est possible d'évaluer la self et la capacité par unité de longueur, on trouve que l'énergie en un point déterminé, situé à une distance d de la station émettrice rayonnant une puissance W_1 est :

$$W = W_1 e^{-\beta d}$$

où
$$\beta = \frac{r}{240\pi h}$$

r = résistance équivalente par centimetre cube de surface du sol (¹).
h = altitude de la couche d'Heaviside.

(¹) Voir : Rôle de la terre dans la transmission des ondes électromagnétiques. *The Electrician*, 8 août 1924. Analyse parue *Onde Electrique*, n° 34, oct. 1924.


T S F
RADIO
MICRO
RADIO MICRO
économie
grande amplification
longue durée
LA RADIOTECHNIQUE
12 Rue la Boëtie - Paris - Tél: Elysées 47,12 & 13
925

Le champ électrique au point considéré sera :

$$E = \sqrt{W_1}\sqrt{\frac{60}{hR}}\frac{e^{-2\beta d}}{\sqrt{\sin\theta}}$$

Mais W_1 n'est pas l'énergie totale rayonnée par l'antenne. Les ondes ne sont en effet parallèles à la surface du sol qu'après un trajet de 1 000 à 2 000 km. Jusqu'à cette distance elles subissent une série de réflections et réfractions qui les affaiblissent suivant les lois ordinaires de l'électromagnétisme. Le point important pour les transmissions à longues distances sera donc de déterminer la fraction de l'énergie totale rayonnée, qui subsiste après les deux premiers milliers de kilomètres.

En posant :
$W_1 = \gamma^2 W$;
h_1 = hauteur effective de l'émetteur;
I = racine carrée du courant moyen.

On trouvera :

$$E = \gamma\sqrt{1{,}584}\,\frac{h_1 I}{\lambda}\sqrt{\frac{60}{hR}}\frac{e^{-\beta d}}{\sqrt{\sin}}$$

ou pour $h = 100$ km $R = 6370$ km

$$(1) \qquad E = \frac{386}{10^6}\gamma\frac{h_1 I}{\lambda}\frac{e^{-\beta d}}{\sqrt{\sin\theta}}$$

On a l'habitude de rapporter les observations sur la valeur du champ E à sa valeur théorique au même point et dans le cas d'une transmission au-dessus d'une surface plane indéfinie sans résistance, et l'on sait que l'on a alors :

$$E = 377\frac{h_1 d}{\lambda}\frac{1}{d}$$

et l'expression du champ se présentera sous la forme

$$E = \left(377\frac{h_1 I}{\lambda}\frac{1}{d}\right)K_r.$$

Dans le cas particulier de la formule (1) on a :

$$K_r = \frac{386}{377}\gamma\frac{d}{10^6}\frac{e^{-\beta d}}{\sqrt{\sin\theta}}$$

L'influence relative des trois facteurs h, r, γ, dont le caractère est plus ou moins arbitraire, est étudié par l'auteur, il montre en particulier que de très faibles changements de r et de h suffisent à expliquer les variations diurnes et nocturnes observées dans les transmissions à longues distances. Les observations faites à bord de l'*Aldébaran* correspondent de jour à $r = 15\,\Omega$ et de nuit à $r = 20\,\Omega$ pour $h = 100$ km dans chaque cas.

La valeur exacte du rapport γ ne peut être obtenue que par un calcul compliqué, tenant compte en particulier de la courbure des deux conducteurs. L'auteur signale que les valeurs

$$\doteq \frac{1}{16} \text{ et } \gamma = \frac{1}{15}$$

semblent correspondre aux observations.

Des tableaux donnent les valeurs de β, de $\frac{e^{-\beta d}}{\sqrt{\sin\theta}}$ et de $\frac{kr}{\gamma}$. — Fourneau.

DIVERS

Formules, tables et graphiques pour le calcul de l'inductance mutuelle de deux bobines circulaires coaxiales ; Harvey L. Curtis et C. Mathilda Sparks. *Scient. papers Bureau of Standards*, n° 492, pp. 543-576. — On trouvera dans le présent ouvrage :

Des formules simples fournissant, en fonction du rayon et de la distance des bobines, ou en fonction d'un paramètre dépendant de ces deux dimensions, la valeur de l'inductance mutuelle de deux bobines circulaires coaxiales avec une exactitude supérieure à 0,01 %;

Des tableaux permettant d'atteindre le même résultat avec une erreur inférieure à 0,1 %;

Des graphiques donnant directement la valeur cherchée à 1 % près.

Tableaux et graphiques peuvent être utilisés pour le problème inverse consistant à déterminer les dimensions de deux bobines réalisant une inductance fixée à l'avance. — Fourneau.

Expériences sur les modes de vibrations propres des diaphragmes de téléphone; MAC GRÉGOR, MORRIS (J.-T.) et MALLETT (E.). *Journal Inst. El. Eng.*, **61** (1923), 1134-1138. — Lorsqu'un montage microphone-téléphone est suffisamment sensible et que les sons émis par le téléphone peuvent atteindre le microphone, il est bien connu qu'un son entretenu prend naissance.

Sa fréquence est imposée par la partie du montage dont les vibrations sont le moins amorties (microphone, amplificateur ou téléphone). En général, c'est la membrane téléphonique qui impose ses notes propres. L'entretien ne peut avoir lieu pour une des notes possibles que si le son parvenant au microphone produit une excitation de phase convenable, ce qui fait intervenir le rapport de la distance microphone-téléphone à la longueur d'onde.

Ceci permet une mesure commode de la longueur d'onde, donc de la vitesse du son. Inversement, prenant pour base la vitesse du son, on pourra déterminer la fréquence des diverses notes qui peuvent être obtenues.

Les auteurs ont aussi excité un téléphone au moyen d'un oscillateur à lampes et mesuré les fréquences par battement des harmoniques avec un hétérodyne. Ils ont déterminé des fréquences de résonance et photographié les figures nodales obtenues avec du sable fin. La conclusion est qu'on peut avoir les figures nodales des plaques circulaires, avec des fréquences en accord avec celles que fournit la théorie, à condition de prendre pour base la note correspondant au premier cercle nodal, la fondamentale s'écartant assez notablement de la valeur théorique. — R. DUBOIS.

Sur la télégraphie multiple en courant alternatif; F. LUSCHEN (*Electrotechnische Zeitschrift*, 44e année, 1923, nos 1 et 2, pp. 28-31). — L'auteur rappelle que la télégraphie reste une nécessité, malgré le développement de la téléphonie, par suite de l'insécurité des communications; mais le coût des lignes doubles conduit à les utiliser simultanément pour plusieurs communications. Le système décrit permettant d'ailleurs d'utiliser des conducteurs pupinisés, de petite section, comme en téléphonie, pour une sextuple-télégraphie.

En principe le procédé dérive du Multiplex Mercadier (fig. 1), perfec-

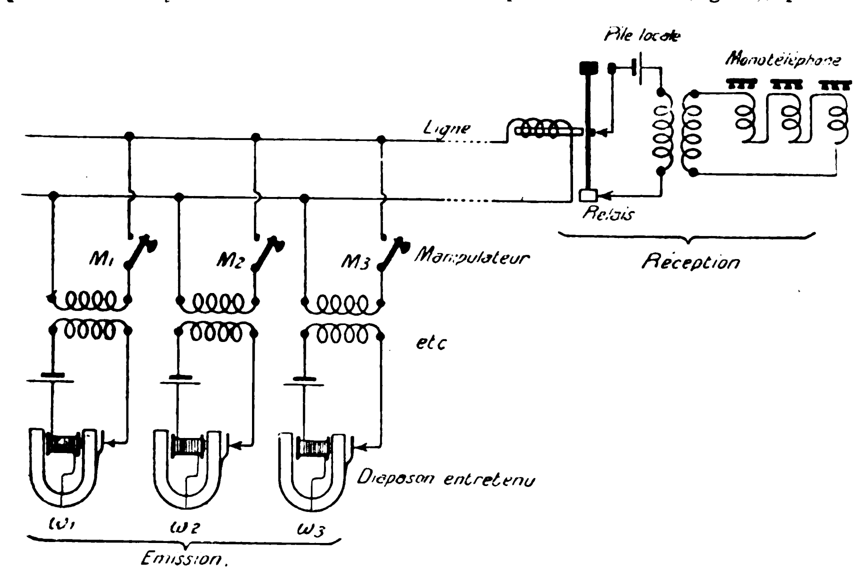


Fig. 1

tionné grâce à l'emploi des tubes à vides, comme générateurs amplificateurs et détecteurs. Le système Mercadier utilisait le courant interrompu par des diapasons entretenus, avec, à l'arrivée, un relais microphonique alimentant des monotéléphones sélectionnant les ondes porteuses par résonance. Les inconvénients étaient l'emploi de fréquences nécessairement audibles, l'emploi de tensions assez élevées, d'où une induction très gênante pour les réseaux téléphoniques voisins. La méthode mise au point chez Siemens et Halske commune L. Cette disposition ne modifie pas le fonctionnement des lampes L_1 quand on manipule, car le courant grille est infiniment petit.

La réception se fait après une première amplification commune en L' réglée de manière à compenser par une amplification croissante avec la fréquence, l'effet de l'amortissement du câble. La tension agit ensuite en parallèle sur 6 circuits filtres ne laissant parvenir à chacune des 6 lampes L'_1 que la fréquence qui lui correspond. Celle-ci l'amplifie en resonance, et

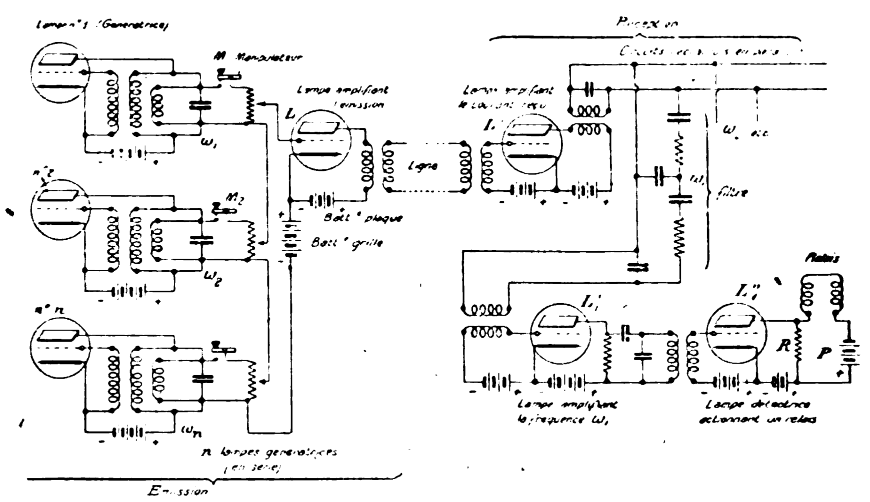


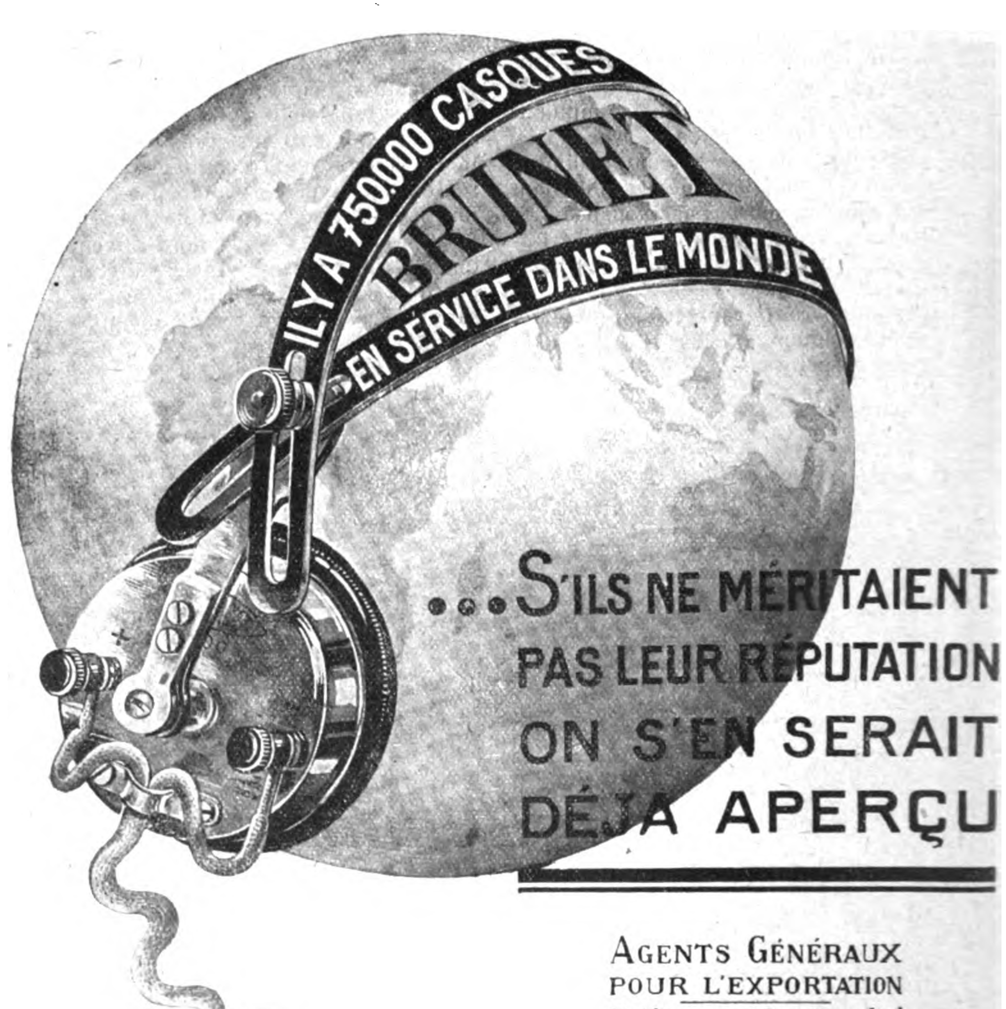
Fig. 2.

utilise de préférence (suivant la section des conducteurs existants) les fréquences non audibles (de 20.000 à 30.000 périodes seconde entre Berlin et Franckfort, pour un conducteur de 4 mm. de diamètre en bronze). En Amérique on réserve ces fréquences à la téléphonie multiple et on utilise en télégraphie les fréquences de 3.000 a 10.000. Pour les câbles pupinisés, l'amortissement croissant avec la fréquence s'oppose à l'emploi de fréquences supérieures à 1.700 périodes.

L'émission se fait par 6 lampes L_1 L_2,...L_6 génératrices des fréquences différentes émettant des ondes d'amplitudes sensiblement égales dans le circuit unique de grille de la lampe transmet à une lampe détectrice commandant le relais qui actionne le télégraphe. Celui-ci est un des nombreux types de télégraphes imprimants Siemens rapides, qui utilise le principe de Baudot et celui de Wheatstone. Le relais fonctionnant en courant continu, le courant plaque moyen qui traverse son enroulement est annulé :

1° Soit par une batterie en série (voir fig. 2).

2° Soit par l'emploi d'une deuxième lampe dont le courant plaque parcourt en sens inverse un enroulement égal et opposé, sa grille étant reliée à la plaque précédente, ce qui fait décroître le deuxième courant plaque quand le premier augmente.



AGENTS GÉNÉRAUX
POUR L'EXPORTATION
Pettigrew & Merriman, Ltd
122-124, TOOLEY STREET
LONDRES, S.E.1

Glasgow - Belfast
Bruxelles - Stockolm
Copenhague - Madrid
Sydney - Melbourne

BRUNET & Cie 30 rue des Usines - PARIS

R.C.S. 185.634 C. HERR

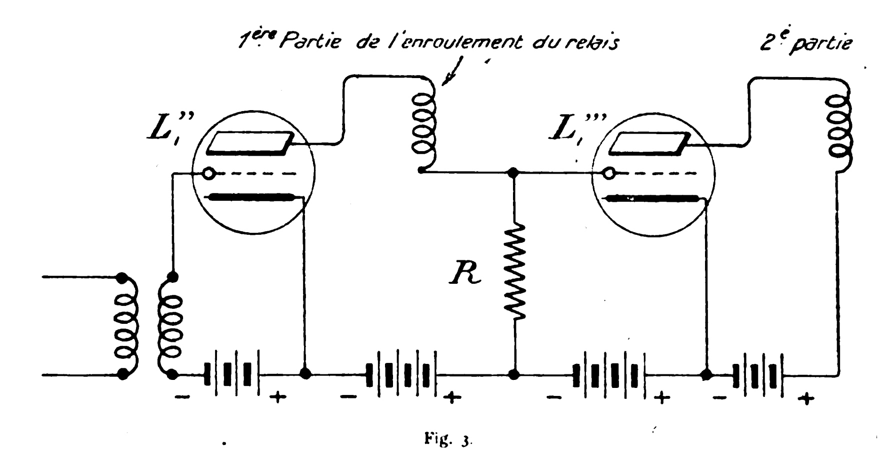


Fig. 3.

3° On peut couper le circuit du relais par une capacité dont la décharge et la charge actionnent le relais qui est alors à basculement.

Les essais entrepris de septembre à décembre 1921 par l'administration des Postes sur le câble Berlin-Rheinland avec le télégraphe Siemens fonctionnant simultanément par ce procédé ont donné toute satisfaction. Les lampes utilisées sont des lampss à 2 grilles, car la pente de la caractéristique étant plus grande, elles amplifient davantage (4 à 5 fois plus que les lampes ordinaires).

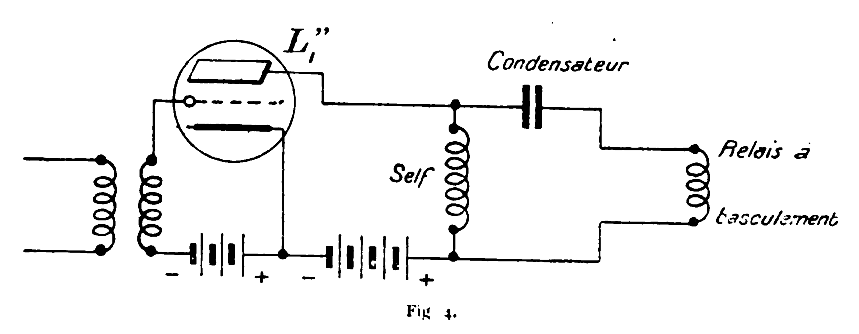


Fig 4.

La réalisation industrielle du procédé semble actuellement au point et son application en Allemagne est déjà en cours. — R. DUBOIS.

Digitized by Google

ANALYSES

DIVERS

Propriétés des gaz aux hautes et basses pressions ; *The Electrician*, **93**, 11 avril 1924, p. 450. — Cet article est une analyse des quatre conférences faites à cette époque sur ce sujet par Sir Ernest Rutherford devant la « Royal Institution ».

Après avoir consacré quelques instants à un exposé historique de la question, et à l'indication des vides que les pompes modernes de Langmuire et de Gaede permettent d'atteindre, Sir Ernest Rutherford a exposé dans le détail les travaux de Knudsen sur la mobilité des particules gazeuses aux très basses pressions et ceux de Dewar sur les propriétés d'absorption du charbon de bois.

Au cours de ces conférences, le professeur a donné la description des diverses jauges utilisées pour les mesures de très basses pressions (Jauges de Mac Leod, Knudsen, Durham, Pironi). — F. J.

L'application de la technique radiotélégraphique aux câbles sous-marins ; G.-O. Squier. *Jour. Frank. Inst.* juillet 1924, p. 29. — L'auteur décrit les améliorations que peut apporter au trafic des câbles sous-marins une adaptation des méthodes de la radiotélégraphie.

Un premier progrès peut être réalisé par la suppression de l'alphabet Morse, et son remplacement par un autre alphabet, déjà décrit par l'auteur en 1923. (Voir *Onde Electrique*, sept. 1923, p. 549.) Dans ce système, au lieu de constituer les signaux par l'interruption et le rétablissement d'un courant continu, on envoie dans la ligne sans aucun arrêt des alternances positives et négatives de durées égales, dont la forme est individuellement celle d'une demi-sinusoïde, mais dont l'amplitude est variable. C'est cette amplitude qui caractérise le signal; par exemple, une grande amplitude représente un *trait;* une alternance d'amplitude plus faible représente un *point*; une amplitude encore plus faible, mais non pas nulle, représente l'intervalle entre deux signaux. Bref, dans ce système de transmission, la ligne est constamment parcourue par un courant alternatif de fréquence bien définie, presque sinusoïdal; la propagation s'effectue donc dans de bonnes conditions; la rapidité de manipulation peut être de beaucoup augmentée (par exemple les lettres formées de plusieurs points successifs : S, H... ou de plusieurs traits successifs : O, CH..., qui limitent la vitesse des transmissions par câble dans le système actuel, sont transmises, par ce nouveau procédé, aussi facilement, sinon plus facilement, que les autres).

Un second progrès peut être obtenu par l'emploi des triodes amplificateurs. L'auteur décrit un récepteur établi par M. Bruce, et consistant essentiellement en un galvanomètre sensible, dont le cadre mobile suit les alternances du courant reçu; ce cadre, au lieu d'aiguille, entraîne un petit balai qui frotte sur des contacts; suivant l'amplitude de chacune des alternances successives, le cadre dévie plus ou moins, le petit balai ferme un contact ou un autre, et ces contacts ont pour effet de faire varier le potentiel de grille de deux triodes amplificateurs, qui actionnent alors ces relais, puis, si l'on veut, un traducteur du système Creed. Des appareils complets basés sur ce principe et permettant le travail en duplex sont actuellement en cours de réalisation.

Enfin, l'auteur signale qu'un troisieme progrès serait obtenu par le

****

remplacement de la gutta-percha dans les câbles, de manière à diminuer leur capacité, et l'emploi du « permalloy » qui permettrait de leur donner de la self-induction répartie. Le Bureau of Standards étudie actuellement ces modifications.

L'ensemble de ces perfectionnements, dit l'auteur, « ouvre dans l'histoire des câbles une phase nouvelle, et permettra d'atteindre une vitesse et une précision de fonctionnement insoupçonnées jusqu'à ce jour ». — P. David.

Wagon-Radio 6ZZ. Exposé préliminaire des essais de transmission et de réception sur un train express; Philips R. Coursey. *The Wireless World*, **14**, 16 juillet 1924, 446-461. — Les essais avaient pour but d'étudier la possibilité d'une communication radio bilatérale sur un train express en marche en utilisant les longueurs d'onde d'amateurs. A cet effet, le wagon-radio 6ZZ fut attelé au « Scotch express of the London and North-Eastern railway » de 19 h 38, le 5 juillet à la gare de King's Cross.

L'équipement se composait de deux parties distinctes installées respectivement aux deux extrémités du wagon : 1° des appareils de réception et transmission pour courtes longueurs d'onde (de l'ordre de 185 m); 2° des appareils pour la réception du broadcasting. L'antenne, tout entière à l'intérieur du wagon, était constituée par deux fils de 15 m de long, à 15 cm de distance l'un de l'autre et à 52 cm environ au-dessous du toit. Le châssis du wagon formait contrepoids. L'énergie était fournie par des batteries d'accumulateurs; une de ces batteries alimentait le circuit à basse tension d'un convertisseur pouvant débiter un courant de 70 milliampères sous 1 100 volts. La lampe utilisée pour l'émission était une lampe spéciale Mullard qui, en plus de sa stabilité en fonctionnement, présentait la propriété de ne pas être endommagée par suite d'un arrêt brusque des oscillations. Ainsi, au lieu d'interrompre la tension plaque, ce qui amenait des variations de vitesse du convertisseur, et par suite de la note, on pouvait sans inconvénient laisser en permanence la tension appliquée à l'anode et on plaçait le manipulateur entre la grille et le filament de la lampe. Enfin, le couplage du circuit oscillant et de l'antenne était lâche pour rendre insensibles les effets dus aux variations de capacité de l'antenne par suite des mouvements du wagon.

Un programme de transmissions avait été préalablement établi de concert avec un certain nombre de stations d'amateurs. L'article contient quelques remarques au sujet du passage du wagon dans les tunnels et sous les toits métalliques des gares, ainsi que sur des bruits parasites dus aux variations de résistances des contacts dans le châssis formant contrepoids. Mais, en résumé, les résultats ont été très satisfaisants et en certains points ont dépassé largement les espérances. Les essais permettent d'affirmer la possibilité d'une communication bilatérale sur un train express se déplaçant avec une très grande vitesse, sur des distances pouvant atteindre 200 km avec des appareils simples, de puissance relativement faible. L'auteur insiste surtout sur le fait que l'antenne était complètement à l'intérieur du wagon. Il est évident que certaines améliorations permettraient encore des résultats plus remarquables. Enfin, quand les résultats des essais auront été examinés d'une façon plus détaillée, un rapport paraîtra sur d'autres questions intéressantes comme l'affaiblissement des signaux, etc. — P. Abadie.

Cellules photoélectriques. Modèles à vide élevé de M. Case. Détails et applications; C.-F. Elwell, *The Electrician*, **93**, 7 nov. 1924, pp. 520-522. — Le présent article donne la description de trois types de cellules fabriquées dans les laboratoires de M. Case et présentant diverses sensibilités. Ces trois types sont à vide élevé et, sous réserve de satisfaire à certaines conditions d'emploi, donnent des courants photoélec-

...ander le *Manuel spécial de Radiotéléphonie* de Dubosq, au prix de 5 fr.

triques directement proportionnels à l'intensité lumineuse appliquée sur la cellule.

1° *Cellule thalofide*. — La matière photoélectrique (thalofide) de cette cellule, surtout sensible aux rayons infrarouges pour lesquels elle constitue un excellent détecteur, est un composé de thallium, d'oxygène et de sulfure que l'on dépose par fusion sur un disque de quartz. Cette cellule est particulièrement adaptée à la mesure des faibles éclairements. Sa grande résistance permet son emploi combiné avec les tubes à trois électrodes.

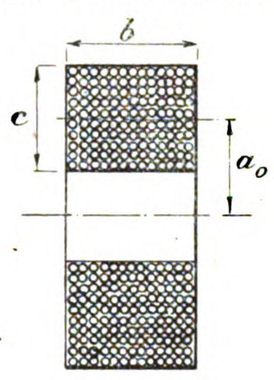
2° *Cellule au strontium*. — Une pellicule de strontium déposée sur un disque métallique constitue l'électrode active de cette cellule surtout sensible aux radiations bleues et violettes.

Le courant obtenu avec un éclairement moyen est suffisant pour actionner certains inscripteurs. Cette cellule peut avoir de nombreuses applications en photographie, en agriculture (pour déterminer la quantité de lumière nécessaire aux plantes), et en météorologie. On peut l'utiliser comme allumeur et extincteur automatique d'éclairage.

3° *Cellule au barium*. — L'emploi du barium comme matière photoactive donne une cellule unique au point de vue de sa caractéristique spectrale et fournit un instrument commode pour les mesures de photométrie.

Son électrode positive est constituée par une boucle de ruban de platine enrobé d'un oxyde de barium. L'électrode négative est une pellicule d'aluminium appliquée sur une partie de l'ampoule et sur laquelle on dépose le barium par réduction de l'oxyde de l'électrode positive. On obtient ainsi une cellule fournissant un courant élevé indépendant de la température et dont les variations suivent sans aucun retard celle de l'éclairement. Telle quelle, la cellule est active dans toute l'étendue du spectre visible avec un maximum pour le bleu violet. L'emploi d'un écran jaune convenable en modifie la caractéristique jusqu'à la rendre semblable à celle de l'œil. — F. J.

Calcul de la self-induction des bobines à plusieurs couches ; H. Hemmeter. *Arch. für Electro-technik*, **13**, 30 sept. 1924, pp. 460-477. — L'auteur discute les principales formules qui donnent la self-induction des bobines à plusieurs couches (sans fer), notamment celle de Stefan, adoptée par le Bureau of Standards. Il établit ensuite une variante de cette dernière, plus avantageuse au point de vue précision et commodité.



La bobine étant cylindrique et sa section rectangulaire, soient :

a_0 le rayon moyen de l'enroulement;
b la longueur de la bobine, parallèlement à l'axe;
c l'épaisseur radiale de l'enroulement;
n le nombre total de tours;
d le diamètre du fil nu;
D le diamètre du fil, isolant compris.

L'auteur pose :

$$\beta = \frac{b}{2a_0} \qquad \gamma = \frac{c}{2a_0}$$

$$Q = \log_e \frac{D}{d} + 0{,}1549$$

et suivant le cas :

$$P = \log_e \frac{4}{\beta + \gamma} + \frac{3\beta^2 + \gamma^2}{24} \log_e \frac{4}{\sqrt{\beta^2 + \gamma^2}} - 0{,}5 + K + y_2 \frac{\beta^2}{4}$$

si $b \geqslant c$

ou bien :

$$P = \log_e \frac{4}{\beta + \gamma} + \frac{3\beta^2 + \gamma^2}{24} \log_e \frac{4}{\sqrt{\beta^2 + \gamma^2}} - 0{,}5 + K + y_2' \frac{\gamma^2}{4}$$

TABLEAU I. — *Valeurs de K.*

β \ γ	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
0	0,0000	0,0000	+0,0001	+0,0002	+0,0004	+0,0009	+0,0019	+0,0035	+0,0061	+0,0077	+0,0098	+0,0124	+0,0159
0,1	0,0000	−0,0018	−0,0021	−0,0023	−00,021	−0,0016	−0,0005	011	038	055	076	101	137
0,2	−0,0001	021	018	019	017	014	005	010	036	052	073	097	131
0,3	−0,0003	027	021	019	015	011	003	012	037	052	074	097	128
0,4	007	032	026	021	016	010	002	012	037	053	075	098	125
0,5	014	038	034	028	021	015	004	011	035	051	072	092	114
0,6	023	046	044	040	033	025	016	−0,0001	021	036	055	073	095
0,7	037	060	059	053	048	041	035	014	0,0001	014	029	048	070
0,8	053	075	076	073	069	063	057	046	028	−0,0015	0,0000	017	037
0,9	073	094	096	094	091	087	082	074	058	047	−0,0038	−0,0018	−0,0003
1,0	093	113	117	115	114	110	108	101	088	079	068	058	046
1,1	116	136	140	140	142	137	135	130	123		108		088
1,2	142	162	166	168	170	167	166	163	156		149		130
1,3	166	186	194	197	199	200	200	197	194		186		175
1,4	189	208	216	221	224	228	228	228	226		223		219
1,5	209	228	235	240	244	248	252	256	257		260		262
1,6	223	241	248	254	260	266	272	277	285		290		296
1,7	234	251	257	263	270	278	286	293	302		315		325
1,8	238	254	260	266	275	285	297	308	322		335		345
1,9	234	249	256	263	273	286	299	312	325		341		358
2,0	221	238	248	259	270	283	294	310	323		346		363

TABLEAU I. — *Valeurs de K.*

	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
0	0,0000	0,0000	+0,0001	+0,0002	+0,0004	+0,0009	+0,0019	+0,0035	+0,0061	+0,0077	+0,0098	+0,0124	+0,0159
0,1	0,0000	−0,0018	−0,0021	−0,0023	−00,021	−0,0016	−0,0005	011	038	055	076	101	137
0,2	−0,0001	021	018	019	017	014	005	010	036	052	073	097	131
0,3	−0,0003	027	021	019	015	011	003	012	037	052	074	097	128
0,4	007	032	026	021	016	010	002	012	037	053	075	098	125
0,5	014	038	034	028	021	015	004	011	035	051	072	092	114
0,6	023	046	044	040	033	025	016	−0,0001	021	036	055	073	095
0,7	037	060	059	053	048	041	035	014	0,0001	014	029	048	070
0,8	053	075	076	073	069	063	057	046	028	−0,0015	0,0000	017	037
0,9	073	094	096	094	091	087	082	074	058	047	−0,0038	−0,0018	−0,0003
1,0	093	113	117	115	114	110	108	101	088	079	068	058	046
1,1	116	136	140	140	142	137	135	130	123		108		088
1,2	142	162	166	168	170	167	166	163	156		149		130
1,3	166	186	194	197	199	200	200	197	194		186		175
1,4	189	208	216	221	224	228	228	228	226		223		219
1,5	209	228	235	240	244	248	252	256	257		260		262
1,6	223	241	248	254	260	266	272	277	285		290		296
1,7	234	251	257	263	270	278	286	293	302		315		325
1,8	238	254	260	266	275	285	297	308	322		335		345
1,9	234	249	256	263	273	286	299	312	325		341		358
2,0	221	238	248	259	270	283	294	310	323		346		363

Tableau II. — *Valeurs de y_2 en fonction de $\frac{c}{b}$ ou de y_2' en fonction de $\frac{b}{c}$*

y_2	c/b · b/c	y_2'
0,1250	0,0000	0,5972
0,1255	0,025	0,5976
0,1269	0,050	0,5986
0,1293	0,075	0,6002
0,1325	0,100	0,6023
0,1367	0,125	0,6049
0,1418	0,150	0,6080
0,1478	0,175	0,6114
0,1548	0,200	0,6151
0,1627	0,225	0,6192
0,1714	0,250	0,6235
0,1811	0,275	0,6282
0,1916	0,300	0,6329
0,2030	0,325	

y_2	c/b · b/c	y_2'
0,2152	0,350	0,6432
0,2283	0,375	
0,2423	0,400	0,6540
0,2571	0,425	
0,2728	0,450	0,6655
0,2893	0,475	
0,3066	0,500	0,6773
0,3248	0,525	
0,3437	0,550	0,6896
0,3634	0,575	
0,3839	0,600	0,7023
0,4052	0,625	
0,4274	0,650	0,7153
0,4503	0,675	

y_2	c/b · b/c	y_2'
0,4739	0,700	0,7287
0,4983	0,725	
0,5234	0,750	0,7424
0,5494	0,775	
0,5760	0,800	0,7564
0,6035	0,825	
0,6317	0,850	0,7708
0,6606	0,875	
0,6902	0,900	0,7856
0,7207	0,925	
0,7518	0,950	0,8007
0,7837	0,975	
0,8162	1,000	0,8162

$b \leqslant c$

...nt K est donné en fonction ... γ par le tableau I, et les ...nts y_1 ou y_1', suivant le cas, ...bleau II; (pour $b > c$, il faut ... en fonction de $\frac{c}{b}$ qui est com...ntre o et 1; pour $b < c$, il faut y_1' en fonction de $\frac{b}{c}$, qui est alors ... entre o et 1).

...ule donnée par l'auteur est

$$L = 4\pi\, a_0^{(cm)}.(n^2 P + nQ).10^{-9} \text{ Henry}$$

La précision de cette formule serait supérieure à un millième, lorsque β et γ sont petits. Lorsque β approche de 2 et γ de 1, la précision diminue; pour $\beta > 2$ la formule n'est plus applicable.

La formule peut encore être employée pour des bobines à une seule couche et à spires non jointives (solénoïdes); il faut alors prendre pour D, non plus l'épaisseur du fil, mais bien le pas de l'enroulement; et faire

$$c = D \text{ et } b = n.D$$

P. David.

Quelques expériences au sujet de l'effet des écrans électriques sur les appareils de réception; R.-H. Barfield. *Journ. Ins. El. Eng.*, **62**, mars 1924, pp. 249-264. — L'auteur a fait une étude très complète du rôle des écrans électriques dans la modification du champ électromagnétique d'une onde au voisinage de ces écrans. Il a travaillé sur des ondes de 1 à 5 km.

Il s'est d'abord placé dans une cage de fer de 3 mm d'épaisseur ayant la forme d'un cylindre de 3 m de hauteur et de 1 m 20 de diamètre. Le trou d'homme donnant accès à l'intérieur fut alors bouché, mais l'émission écoutée ne disparut que peu à peu, à mesure que l'on serrait les boulons de fermeture.

Il étudia ensuite des écrans partiels dans les conditions suivantes :

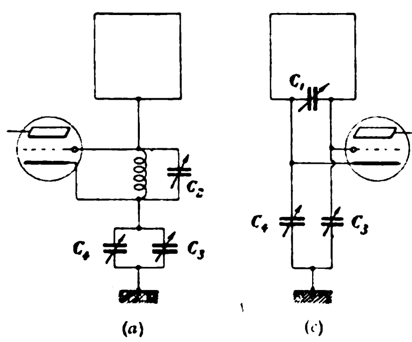
Tout d'abord, il enferma l'enroulement d'un cadre dans un tube de fer blanc qui suivait les fils, sans les toucher. Dans un premier essai, le tube se fermait complètement sur lui-même et les connexions en sortaient par deux trous très petits; le cadre ne reçut plus aucun signal. Le tube fut alors scié perpendiculairement à ses génératrices en un point de son contour; l'écran ne supprima plus que la moitié de la force électromotrice reçue. Ensuite, le cadre à un seul tour, constitué par le tube, fut accordé sur l'onde à recevoir au moyen d'une inductance en série et d'un condensateur; aucun changement ne fut constaté. Enfin, la réception fut déconnectée du cadre protégé et connectée au système comprenant le tube protecteur; l'intensité des signaux ne changea pas tant que le cadre intérieur resta accordé; elle tombait presque à zéro quand on désaccordait ce dernier, ce qui montre que c'est lui qui recevait.

L'auteur s'occupa ensuite de grands écrans constiués par des grillages ou des fils tendus. Pour faire des mesures réelles, il employa deux cadres, en série ou en parallèle, connectés au même condensateur. Ces deux cadres étaient placés à une distance l'un de l'autre telle que leur action mutuelle était négligeable (quelques mètres). Pendant les expériences, l'un d'eux A était soumis à l'action de l'écran, l'autre B était assez éloigné de ce dernier pour ne pas être influencé.

Pour préparer les mesures on commençait par orienter A dans une bonne position de réception, en l'absence de tout écran, puis on manœuvrait B de façon à annuler la réception. Pour faire une mesure, après avoir mis l'écran en place, on modifiait l'orientation de B jusqu'à obtenir à nouveau une extinction. Des deux angles d'orientation de B il était facile de déduire le rapport des champs de l'onde observée avec et sans écran; toutes précautions furent prises pour s'assurer que la méthode était correcte.

Ces mesures ne renseignaient que sur les valeurs relatives du champ magnétique. Pour étudier également celles du champ électrique, on établit un montage qui, par le jeu d'un inver-

seur, permettait d'obtenir avec un même cadre l'une des dispositions représentées sur la figure en (*a*) et (*c*). Dans la position correspondant à (*c*) le cadre recevait normalement et pouvait être parfaitement compensé au moyen des condensateurs C_3 et C_4; dans la position (*a*), il fonctionnait en



(*a*) (*c*)

antenne ouverte et n'était sensible qu'au champ électrique. On réalisait alors l'égalité des sons dans les deux positions de l'inverseur en agissant sur l'orientation du cadre, une première fois en l'absence des écrans, une seconde fois en leur présence. Des angles observés, il était facile de déduire le rapport des champs électriques.

Les différents écrans dont nous allons parler furent obtenus en tendant des fils ou du treillage métallique sur les différentes faces d'un cube en bois ayant une arête de 1 m 80 et à l'intérieur duquel se trouvait le cadre A.

Voici les résultats obtenus :

Champ magnétique. — Des fils tendus parallèlement aux arêtes du cube sur n'importe quelle face, même sur toutes à la fois, ne produisent aucun changement appréciable tant que ces fils ne forment pas un circuit fermé.

Dans le cas où ces fils forment une série de cadres verticaux parallèles et distincts, espacés de 37 mm, le champ magnétique tombe à un dixième de sa valeur pour une onde de 2 000 m, quand ces cadres sont perpendiculaires à la direction du champ; lorsqu'ils lui sont parallèles leur effet est nul. Il en est de même si les cadres sont horizontaux.

S'il existe deux réseaux perpendiculaires de tels cadres verticaux, le champ magnétique se trouve réduit dans les mêmes proportions quelle que soit sa direction.

En écartant les fils de 20 cm, le champ ne perd que 50 pour 100 de sa valeur primitive; en les écartant de 90 cm (3 fils sur une face), il perd 20 pour 100.

Un treillage à mailles de 25 mm recouvrant tout le cube, sans solutions électriques de continuité, réduit le champ à 2,5 pour 100; un treillage de 50 mm le réduit à 9 pour 100, toujours sur 2 000 m de longueur d'onde.

Ces derniers résultats se maintiennent quelle que soit la région explorée à l'intérieur du cube.

Champ électrique. — Des fils ont été tendus comme précédemment sur les faces du cube de façon à former encore des cadres verticaux, ***mais coupés en un point.*** Le champ électrique était alors réduit à 10 pour 100 de sa valeur primitive, le champ magnétique n'était pas modifié. Un résultat analogue fut obtenu en garnissant de fils les deux faces horizontales du cube et en les réunissant par un simple conducteur, toutes les autres faces restant libres.

L'auteur a utilisé le premier de ces procédés pour établir un radiogoniomètre à petit cadre qui n'avait pas besoin de compensation.

A la suite de l'exposé des expériences, l'auteur donne des explications simples des phénomènes observés. — MESNY.

TABLE DES ANALYSES

DIVERS

Téléphonie haute fréquence sur lignes de transport de force; E. Austin, pp. 6-7.
Téléphonie haute fréquence sur lignes de transport de force; Erich Habann, pp. 7-8.
Méthodes de mesure des propriétés électriques des matériaux isolants; J.-H. Dellinger et J.-L. Preston, p. 15.
Description et emploi d'un élément d'amplificateur basse fréquence, Circ. Bur. of Standards, p. 15.
L'acoustique des salles; E.-A. Eckhardt, pp. 22-23-24.
Procédés radio-acoustiques pour trouver les directions à la mer; A.-B. Wood et H.-E. Brown, p. 24.
Formules et tables pour le calcul et la prédétermination des bobines de self-inductance à une seule couche; Frédérick W. Grover, pp. 36-40.
Le « Pallophotophone »; C.-A. Hoxie, pp. 47-48.
Determination d'une réactance pour redresseur de courant; D.-C. Prince, pp. 48.
Sur l'emploi des lampes à plusieurs électrodes en électrométrie; P. Lejay, pp. 52-53.
Comment ont été résolus divers problèmes relatifs à la radiotélégraphie; E.-F.-W. Alexanderson, pp. 53-54.
Le problème de l'appel dans la téléphonie sans fil; C.-S. Demarest, M.-L. Almquist, L. Clément, p. 54.
L'acoustique des salles; F.-R. Watson, pp. 54-55.
Calcul des inductances et capacités partielles pour la constitution des circuits récepteurs et émetteurs destinés à couvrir une gamme donnée de longueurs d'ondes en permettant des lectures d'une précision donnée; J. Erskine-Murray, pp. 55-56.
Transformateurs téléphoniques; W.-L. Casper, p. 63.
Le théorème d'Heaviside (Expansion theorem); Louis Cohen, p. 64.
Applications du théorème d'Heaviside; Louis Cohen, p. 64.
Formules, tables et graphiques pour le calcul de l'inductance mutuelle de 2 bobines circulaires coaxiales; Harvey L. Curtin et C. Mathilda Sparks, p. 71.
Expériences sur les modes de vibrations propres des diaphragmes de téléphone; Mac Gregor, Morris (J.-T.) et Mallett (E.), p. 72.
Sur la télégraphie multiple en courant alternatif — F. Luschen, pp. 72-74.
Propriétés des gaz aux hautes et basses pressions; *The Electrician*, p. 75.
L'application de la technique radiotelegraphique aux câbles sous-marins; G.-O. Squier, p 75.
Wagon-Radio 6 Z Z. Exposé préliminaire des essais de transmission et de réception sur un train express; Philips R, Coursey, p. 76.
Calcul de la self-induction des bobines à plusieurs couches; H. Hemmeter, pp. 77-78-79.
Cellules photoélectriques. Modèles à vide élevé de M. Case. Details et applications; C.-F. Elwell, pp. 76-77.
Quelques expériences au sujet de l'effet des écrans électriques sur les appareils de réception; R.-H. Barfield, pp. 80-81.

MESURES

Une méthode pour déterminer les maxima très élevés d'une tension de fréquence quelconque; Auguste Hund, pp. 56-57.
Une nouvelle méthode de mesure des longueurs d'ondes à la réception. Son emploi pour la détermination des longueurs d'ondes de certaines stations; E. Alberti et G. Leithauser, pp. 29-30-31.
Méthodes de mesure des très courtes longueurs d'ondes employées en radiotélégraphie. Son emploi pour l'établissement des etalons de fréquence; F.-H. Dunmore et F.-H. Engel, pp. 46-47.
Théorie de la mesure des très hautes fréquences par l'emploi des ondes stationnaires sur 2 fils parallèles; A. Hund, pp. 61-62.

ONDES COURTES

Ondes très courtes produites par tubes électroniques; Gil et Morell, pp. 9-10-11.

PROPAGATION

Mesures de signaux et de perturbations atmosphériques. Mai 1922 à octobre 1923; Austin, pp. 1-2-3.
Etudes de l'affaiblissement des signaux radiotélégraphiques; J.-H. Dellinger, L.-E. Whittemore et S. Kruse, pp. 12-13-14.
Variations de courtes périodes dans l'intensité. Les réceptions radiotélégraphiques; G.-W. Pickardt, pp. 33-34.

La distribution du champ électromagnétique autour d'une station de radiotéléphonie située dans une ville; B. Boron et G. Gillet, pp. 41-42-43-44.
Etudes expérimentales sur la diffraction d'ondes electriques non amorties par des cylindres dielectriques et sur les oscillations propres de cylindres diélectriques; C. Schaefer et J. Merzkirch, p. 44.
Rôle de la terre dans la transmission des ondes électromagnétiques; G.-W. Howe, pp. 57-60.
Mesures de signaux et de perturbations atmosphériques au « Naval Radio Research Laboratory » du Bureau des Standards à Washington; par L.-W. Austin, pp. 60-61.
L'évolution des communications radio-électriques; H. de Bellescize, pp. 68-69.
Au sujet des phénomènes de propagation et des perturbations dans la réception en radiotélégraphie; F. Kiebitz, pp. 69-70.
Une nouvelle théorie des radiocommunications à longues distances; G.-W.-O. Howe, pp. 70-71.

RADIOGONIOMÉTRIE

Un phare hertzien directif et son application à la navigation; F. Engel et F. Dunmore, p. 65.
Observations radiogoniométriques de stations de navires et de stations côtières; Smith-Rose, pp. 65-66.
Radiogoniométrie sur les navires métalliques; C.-E. Horton, pp. 66-67.
La direction par télégraphie sans fil en aéronautique; Chaudler, pp. 67-68.

RADIOTÉLÉPHONIE

Radiotéléphonie transatlantique; Nichols, pp. 3-4.
Un « Central » de Radio-diffusion à New-York, Gen. El. Rev., p. 5.
Microphone pour émissions de téléphonie sans fil; P.-P. Eckersley, pp. 5-6.
Un microphone sans diaphragme pour la radiotéléphonie; Ph. Thomas, p. 6.
Les principes fondamentaux qui régissent la construction des haut-parleurs; A. Nyman, pp. 20-21.
Les phénomènes de distorsion dans les amplificateurs; C.-L. Fortescue, pp. 21-22.
Les haut-parleurs pour téléphonie sans fil; L.-C. Pocock, pp. 27-28.
Les pavillons de haut-parleurs; C.-R. Harma et J. Slepian, pp. 28-29.

RÉCEPTION

Récents perfectionnements dans les triodes récepteurs à vide élevé; J.-C. Warner, p. 58.
Etude de l'affaiblissement des signaux radiotélégraphiques; J.-H. Dellinger, L.-E. Whittemore et S. Kruse, p. 58.
Réception hétérodyne optima; E.-V. Appleton et Mary Taylor, pp. 49-50.

TUBES ÉLECTRONIQUES

La théorie de la génération des courants alternatifs par des triodes; Skuttleworth, p. 56.
L'émetteur d'ondes entretenues modulées à auto-excitation; E. Hanz et J. Zenneck, pp. 121-122.
L'entretien des oscillations de très haute fréquence par les triodes; F.-W.-B. Gill, pp. 123-124.
Emetteurs radiotélégraphiques à tubes électroniques; W.-R.-C. Baker, p. 124.
Sur les méthodes de production d'oscillations au moyen de tubes électroniques à 5 électrodes; A. Danilewsky, pp. 124-125.
Les tubes à vide thermoioniques et leurs applications; R.-W. King, p. 17.
Tubes électroniques au néon et leur emploi en radio-électricité; E.-H. Robinson, pp. 17-18-19-20.
Relais périodiques pour la réception; E.-W. Appleton et F.-S. Thomson, pp. 25-26.
Un curieux cas d'oscillations dans un tube électronique; G. Breit, p. 26.
Surface caractéristique d'un triode; J.-R. Tolmie, p. 27.
La destruction du thorium dans les filaments de tungstène thorié sous l'influence du bombardement des ions positifs; E.-H. Kingdon et Irving Langmuir, p. 26.
L'amplification du courant des cellules photo-électriques au moyen des lampes à plusieurs électrodes; G. Ferrié, R. Jouaust, R. Mesny, pp. 34-35-36.
Sur l'entretien des oscillations par un triode dont les circuits de grille et de plaque ne sont pas couplés; Barkhausen, pp. 44-45.
Nouvelles applications du détecteur sodion; Harold P. Donli, p. 45.
Sur un électromètre à lampe triode et son application à la mesure du gradient électrique de l'atmosphère; P. Lejay, pp. 45-46.
La lampe à 4 électrodes de Marconi et son emploi; H. de A. Donisthrope, pp. 50-52.
Amplificateurs à haute fréquence; H.-T. Friis et A.-G. Jensen, pp. 62-63.

La prochaine Séance

...a lieu le 8 Mai à la Sorbonne

(Amphithéâtre Descartes)

P. [illegible], L. SEITZ & Cie, Imp., 17, villa d'Alésia, PARIS-14e

